RASAYANA-SUTRA

BEING

A TREATISE ON ELEMENTARY PHYSICS AND CHEMISTRY

IN BENGALI

BY

CHUNI LAL BOSE, C.I.E., I.S.O., M.B., F.C.S.,

Rasayanachariya

Late Sheriff of Calcutta ;

Fellow of the Calcutta University ;

Late Chemical Examiner to the Government of Bengal and Professor of Chemistry, Medical College, Calcutta.

SIXTH EDITION.

রসায়ন-সূত্র ।

——o——

শ্রীচুণীলাল বসু,

সি, আই, ও, আই, এস্, ও, এম্, বি, এফ, সি, এস্ প্রণীত ।

ষষ্ঠ সংস্করণ ।

1925.

Price Rs. 3/-

To

Surgn Major JAMES BARRY GIBBONS,

M. B., I. M. S.,

SUPERINTENDENT

OF THE

CAMPBELL MEDICAL SCHOOL, SEALDAH,

AND

PROFESSOR OF MEDICAL JURISPRUDENCE

IN THE

CALCUTTA MEDICAL COLLEGE,

THIS LITTLE VOLUME

IS INSCRIBED

AS A MARK OF RESPECT

And in Grateful Acknowledgment of

MANY ACTS OF KINDNESS

TO HIS OLd PUPIL

The Author.

PREFACE.

LAST year when lecturing to the students of the Campbell Medical School, Sealdah, I noticed that the want of a comprehensive Bengali text-book treating of all the subjects constituting the course in Physics and Chemistry as prescribed by the Director of Public Instruction for Vernacular Medical Schools in Bengal was strongly felt by the students.

This book is intended to supply the want. It embodies my *lecture notes* delivered to the students of the Campbell Medical School during the session 1896-97 and contains in addition to the subjects laid down in the course, short notices on various matters connected with Heat, Electricity and Chemistry which it is necessary for all medical students to know.

The book is divided into two parts. The first part treats of *Heat, Electricity* and the *Non-metals* which form the course for the first year. The second part deals with the *Metals* and the principal *Organic Compounds* selected from the British Pharmacopœia which constitute the course for the second year. A brief description of the composition of *Urine* and *Calculi* with a short sketch of the methods employed in their examination has also been inserted into the second part of the book. A few of the Pharmacopœial preparations such as those of *Iodine, Phosphorus* and others have, however, been included in the first part of the work in order to make the subject of Non-metals complete.

I have tried my best to render the language of the book as simple, lucid and devoid of technicalities as possible ; and I

have also endeavoured to make the subjects entertaining and interesting by the introduction of a large variety of experiments which, I trust, will help the students in their study of the subject. Many of the more important experiments have been illustrated by wood-cuts.

With a view to maintain an uniformity in the technical expressions of Chemistry, I have thought it proper to keep in tact the English names of the Elements and their compounds ; for the same reason, no departure has been made in this book in the expression of chemical symbols and formulæ from that adopted all over the scientific world. This will save students from unlearning what they have already learnt from the vernacular work on Chemistry when they begin to study English books on the subject.

I have to express my thanks to Babu Kalidhan Chandra, Artist in the Geological Survey Department, for having sketched the diagrams ; and to Babu Bama Charan Sinha, Assistant in the Government Telegraph Department, for much help in the preparation of the book.

Calcutta Medical College,
1st Navember, 1897.

C. L. BOSE.

PREFACE TO THE SECOND EDITION.

THIS being practically the ***only text-book*** on Physics and Chemistry prescribed by the Director of Public Instruction, Bengal, for the use of the students of the Vernacular Medical Schools in Bengal, I have taken special care to bring the

second edition of the *Rasayana-Sutra* up to date and to render the subjects treated in it as clear and simple as possible.

The book has been enlarged and thoroughly revised. A large number of extra experiments have been described and are illustrated with diagrams. Special attention has been paid to the chapters on "WATER" and "AIR" and it is hoped that much useful information has been introduced into them. Directions for working out simple chemical exercises have also been given.

An appendix containing a brief description of the sources, preparations, properties and tests of some of the common substances in daily use such as *starch*, *sugar*, *oils* and *fat*, *soap*, *&c.*, has been added to the present edition.

Calcutta Medical College,
1st January, 1903.

C. L. BOSE.

PREFACE TO THE THIRD EDITION.

IN this edition, the second part of the book has been thoroughly revised and it is hoped much useful information has been introduced into it. Sir Henry Roscoe's arrangement for the grouping of *metals* into classes has been adopted in the present volume. The chapter on the examination of *urine* has been much enlarged and a few diagrams of the common *urinary deposits* have also been given.

Calcutta Medical College,
15th September, 1905.

C. L. BOSE.

PREFACE TO THE FOURTH EDITION.

THE book has been thoroughly revised in the present edition. The chapters on Heat and Electricity have been enlarged and many experiments and tests and a few diagrams have been added to the chemical portion of the book.

Calcutta Medical College,
15th May, 1908.

C. L. BOSE.

PREFACE TO THE FIFTH EDITION.

THE book has been carefully revised, much enlarged and the two parts incorporated into one in the present edition. A new chapter on Light which has now been introduced into the curriculum of studies for Vernacular Medical Schools in Bengal has been added. Some new experiments and diagrams have also been given and a glossary of scientific terms used in the book with their vernacular equivalents has been annexed. This has been compiled by Babu Bama Charan Sinha, Govt. Pensioner, Telegraph Dapartment, to whom my best thanks due.

Calcutta Medical College,
1st January, 1913.

C. L. BOSE.

PREFACE TO THE SIXTH EDITION.

In this edition, much new matter has been introduced both in the Inorganic and the Organic portions of Chemistry and the book has been thoroughly revised and brought up to date.

The aim throughout has been to make the book useful not only to students of Medical Schools but also of the two Medical Colleges in Bengal. This being the only text-book in Medical Chemistry and Physics in the vernacular, it is hoped that its publication in the present form will satisfy the requirements of those for whom it is intended.

Calcutta,
15th. December, 1925. } C. L. BOSE.

Extract from Government Order No. 4705½, dated the 4th August, 1898 to the Director of Public Instruction, Bengal.

"WITH reference to your letter No. 168-y dated the 18th June, 1898, I am directed to convey the sanction of the Local Government to the adoption of Dr. Chuni Lal Bose's works entitled "Rasayana-Sutra" Parts I and II, containing a full course in Physics and Chemistry as alternative text-book * * * * for the Vernacular Medical Students of Bengal."

OPINION ON THE BOOK.

Rasayana-Sutra—A treatise on Elementary Physics and Chemistry intended for Vernacular Medical Schools in Bengal. It is written in a clear style and is eminently suited to the comprehension of those for whom it is intended.

CALCUTTA GAZETTE,
5th October, 1898.

সূচী-পত্র।

উপক্রমণিকা।

পদার্থবিজ্ঞান (PHYSICS)

প্রথম পরিচ্ছেদ।

তাপ (Heat)

দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ।

আলোক (Light)

তৃতীয় পরিচ্ছেদ

তড়িৎ (Electricity)

রসায়ন-বিজ্ঞান।

ইনর্গানিক্ কেমিষ্ট্রি।

প্রথম পরিচ্ছেদ।

দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ।

অক্সিজেন্ (Oxygen)

তৃতীয় পরিচ্ছেদ।

হাইড্রোজেন্ (Hydrogen)

চতুর্থ পরিচ্ছেদ।

জল (Water)

পৃষ্ঠা

পঞ্চম পরিচ্ছেদ।

নাইট্রোজেন্ (Nitrogen)

ষষ্ঠ পরিচ্ছেদ।

কার্ব্বন্ (Carbon)

সপ্তম পরিচ্ছেদ।

হালোজেন্ শ্রেণী (Halogen Group)

অষ্টম পরিচ্ছেদ।

সল্ফর্ ইত্যাদি (Sulphur &c.)

নবম পরিচ্ছেদ।

বোরণ ইত্যাদি (Boron &c.)

দশম পরিচ্ছেদ।

ফস্ফরস্ ইত্যাদি (Phosphorus &c.)

ধাতু (Metals)

প্রথম পরিচ্ছেদ।

দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ।

পোটাসিয়ম্ শ্রেণী (Potassium group)

তৃতীয় পরিচ্ছেদ।

ক্যাল্সিয়ম্ শ্রেণী (Calcium group)

চতুর্থ পরিচ্ছেদ।

দস্তা শ্রেণী (Zinc group)

পঞ্চম পরিচ্ছেদ।

তাম্র শ্রেণী (Copper group)

ষষ্ঠ পরিচ্ছেদ।

এলুমিনিয়ম্ শ্রেণী (Aluminium group)

সপ্তম পরিচ্ছেদ।

লৌহ শ্রেণী (Iron group)

অষ্টম পরিচ্ছেদ।

ক্রোমিয়ম্ শ্রেণী (Chromium group)

নবম পরিচ্ছেদ।

রঙ্গ শ্রেণী (Tin group)

দশম পরিচ্ছেদ।

এন্টিমনি শ্রেণী (Antimony group)

একাদশ পরিচ্ছেদ।

স্বর্ণ ও প্লাটিনম্ শ্রেণী (Gold and Platinum group)

দ্বাদশ পরিচ্ছেদ।

অর্গানিক্ কেমিষ্ট্রি।

প্রথম পরিচ্ছেদ।

দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ।

তৃতীয় পরিচ্ছেদ।

ইথিল্ এল্কহল্ হইতে উৎপন্ন কতিপয় পদার্থ।

চতুর্থ পরিচ্ছেদ।

পঞ্চম পরিচ্ছেদ।

অর্গানিক্ দ্রাবক (Oganic acids)

ষষ্ঠ পরিচ্ছেদ।

কার্ব্বোহাইড্রেট্ শ্রেণী।

সপ্তম পরিচ্ছেদ।

বসা ও তৈল শ্রেণী।

অষ্টম পরিচ্ছেদ।

বেঞ্জিন্ বা এরোমাটিক্ শ্রেণী।

নবম পরিচ্ছেদ।

উদ্ভিজ্জ উপক্ষার (Vegetable alkaloids)

মূত্র ও মূত্র-প্রস্তর।

প্রথম পরিচ্ছেদ।

মূত্র (Urine)

দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ।

অশ্মন্ বা প্রস্তর (Urinary Calculus)

পরিশিষ্ট।

রসায়ন-সূত্র।

উপক্রমণিকা।

চিকিৎসা-শাস্ত্রের সহিত রসায়ন-বিজ্ঞানের সম্বন্ধ।

রসায়ন-বিজ্ঞান চিকিৎসা-শাস্ত্রের একটী প্রধান অঙ্গ। ইহা বাদ দিয়া চিকিৎসা-শাস্ত্র অধ্যয়ন করিলে শিক্ষা অঙ্গহীন ও অসম্পূর্ণ থাকিয়া যায়। রসায়ন-বিজ্ঞান সাহায্যে দিন দিন কত আবশ্যকীয় ঔষধ আবিষ্কৃত হইতেছে, কত রোগ (যাহা পূর্ব্বে দুরারোগ্য বলিয়া বিবেচিত হইত) এই সকল ঔষধ প্রয়োগ দ্বারা প্রশমিত ও নিরাকৃত হইতেছে। যদি কুইনাইনের আবিষ্কার না হইত, তাহা হইলে এতদিনে এই ম্যালেরিয়া-প্রপীড়িত বঙ্গভূমি হয়ত জনশূন্য অরণ্যে পরিণত হইয়া বন্য পশুরও বাসের অনুপযোগী হইত।

কুইনাইন্ ও অন্যান্য মহোপকারক ঔষধের আবিষ্কার রাসায়নিক গবেষণার ফল। বিবিধ জটিল রাসায়নিক প্রক্রিয়া দ্বারা ইহাদিগকে প্রস্তুত করিতে হয় এবং ইহাদিগের আভ্যন্তরীণ প্রয়োগে ব্যাধির যে উপশম হইয়া থাকে, তাহা রাসায়নিক ক্রিয়ার ফল মাত্র।

এইরূপে রাসায়নিক প্রক্রিয়া সাহায্যে পরীক্ষাগারে কত নূতন ঔষধ ও প্রয়োজনীয় নিত্যব্যবহার্য্য পদার্থ প্রস্তুত হইতেছে। ইহারা চিকিৎসা-জগতে এবং আমাদিগের জীবন-যাত্রা সম্বন্ধে যুগান্তর উপস্থিত করিয়াছে।

ঔষধ প্রস্তুত করিবার সময় নানাবিধ দূষিত পদার্থ উহার সহিত মিশ্রিত

হইয়া থাকে। এই সকল দূষিত পদার্থ ঔষধের সহিত শরীরের মধ্যে প্রবিষ্ট হইলে অনিষ্টপাতের সম্ভাবনা; এজন্য কোন্ ঔষধে কি কি দূষিত পদার্থ থাকিবার সম্ভাবনা এবং উহাকে কি উপায়েই বা সম্পূর্ণ বিশুদ্ধ করা যাইতে পারে, তাহা প্রত্যেক চিকিৎসকের অবশ্য জ্ঞাতব্য বিষয়। রসায়ন-বিজ্ঞান শিক্ষা না করিলে এ সকল বিষয়ে সম্যক্ জ্ঞান লাভ করিতে পারা যায় না।

আমরা সচরাচর অনেকগুলি ঔষধ একত্রে ব্যবহার করিয়া থাকি। যদি ঔষধগুলি সমগুণ-সম্পন্ন হয়, তাহা হইলে একের গুণ অপরের সহযোগে উৎকর্ষ লাভ করে এবং এরূপ ব্যবহারে আমরা সুফল প্রাপ্ত হই কিন্তু বিপরীতগুণ-সম্পন্ন দুইটী ঔষধ একত্রে ব্যবহার করিলে কোনরূপ সুফল প্রাপ্ত হওয়া দূরে থাকুক, অনেক স্থলে রোগীর পক্ষে অনিষ্টদায়ক হইয়া পড়ে। কখন কখন দুইটী ঔষধ একত্রে মিশ্রিত হইলে স্ফোটন (Explosion) উপস্থিত হয়, সুতরাং তাহাদের একত্রে ব্যবহার মহা অনিষ্টকর ও একেবারেই নিসিদ্ধ। রসায়ন-বিজ্ঞান শিক্ষা করিলে এইরূপ মিশ্রণে ঔষধের গুণের কিরূপ পরিবর্ত্তন হয়, তাহা বিশেষরূপে অবগত হইতে পারা যায়।

মূত্র পরীক্ষিত না হইলে অনেক রোগের একেবারেই চিকিৎসা হয় না। ব্রাইট্স্ ডিজিজে (Bright's disease) মূত্রে কত পরিমাণ এল্‌বুমেন্ (Albumen) থাকে, বহুমূত্র (Diabetes) রোগে মূত্রের সহিত কত শর্করা নির্গত হইতেছে, পাতরীরোগে পাতর খানি কি কি উপাদানে গঠিত, ইহা না জানিলে ঐ সকল রোগের সুচিকিৎসা হওয়া একেবারেই অসম্ভব। রসায়ন-বিজ্ঞান পাঠ করিলে এই সকল পদার্থ কি প্রণালী অবলম্বনে পরীক্ষা করিতে হয়, তাহা শিক্ষা করিতে পারা যায়।

দূষিত জল পান করিলে নানাবিধ রোগ উৎপন্ন হয়, সুতরাং পানার্থে বিশুদ্ধ জল ব্যবহার করা যে অবশ্য প্রয়োজনীয়, তাহা এক্ষণে সকলে বুঝিতে পারিয়াছেন। জল দেখিতে স্বচ্ছ ও পরিষ্কার হইলেও অনেক স্থলে উহাতে নানাবিধ দূষিত পদার্থ মিশ্রিত থাকে এবং উহা পানীয়রূপে ব্যবহার করিলে স্বাস্থ্যভঙ্গ হইবার ও বিবিধ রোগ জন্মিবার সম্ভাবনা। রাসায়নিক পরীক্ষা দ্বারা জলের দূষিত পদার্থ নিরূপণ করিতে পারা যায় এবং রাসায়নিক প্রক্রিয়া বিশেষে দূষিত পদার্থ দূরীকৃত করিয়া, একেবারে বিশুদ্ধ না হউক, জলকে

সম্পূর্ণ পানোপযোগী করা যাইতে পারে। আমাদিগের পল্লীগ্রামে যে জল পানীয়রূপে ব্যবহৃত হয়, তাহা অধিকাংশস্থলেই অত্যন্ত দূষিত; এরূপ জল পান করিয়া লোকে যে সর্ব্বদা রোগাক্রান্ত হইবে, তাহার আর বিচিত্র কি! চিকিৎসক সাধারণের স্বাস্থ্যের রক্ষকস্বরূপ। অতএব প্রত্যেক চিকিৎসকেরই রসায়ন-বিজ্ঞান শিক্ষা করিয়া দূষিত জল যাহাতে পানোপযোগী, হইতে পারে, তদ্বিষয়ে মনোযোগী হওয়া অবশ্য কর্ত্তব্য।

ঔষধ-প্রয়োগ সম্বন্ধে রসায়ন-বিজ্ঞান-শিক্ষা যেরূপ প্রয়োজনীয়, পথ্য সম্বন্ধেও সেইরূপ। অজীর্ণ, উদরাময় প্রভৃতি অনেক রোগে কোন পথ্যই সহজে পরিপাক হয় না। এ দেশে রোগীর প্রধান পথ্য দুগ্ধ, কিন্তু এই সকল রোগে দুগ্ধ পরিপাক না হইয়া অনেকস্থলে রোগের বৃদ্ধি সাধন করে, সুতরাং এই কারণে এবং উপযুক্ত পথ্যাভাবে রোগী দিন দিন শীর্ণ ও দুর্ব্বল হইয়া পড়ে। রসায়ন-বিজ্ঞান সাহায্যে পেপ্সিন্, ডায়াষ্টেজ্, প্যান্‌ক্রিয়াটিন্ প্রভৃতি কতকগুলি এরূপ মহোপকারক পাচক পদার্থ আবিষ্কৃত হইয়াছে যে দুগ্ধ ও অন্যান্য পথ্য উহাদিগের সহিত মিশ্রিত করিয়া রোগীকে সেবন করাইলে উহারা অতি সহজে পরিপাক প্রাপ্ত হয়। এই সকল পদার্থ আবিষ্কৃত হইবার পূর্ব্বে অনেক রোগীকে উপযুক্ত পথ্যাভাবে অসময়ে মৃত্যুমুখে পতিত হইতে হইত।

আমাদিগের পরিপাক-ক্রিয়া একটী জটিল রাসায়নিক প্রক্রিয়া মাত্র। বর্ত্তমান সময়ে বিবিধ রাসায়নিক গবেষণার সাহায্যে এ সম্বন্ধে আমাদের জ্ঞান সবিশেষ উন্নতি লাভ করিয়াছে এবং পথ্য-ব্যবস্থা সম্বন্ধে অভাবনীয় পরিবর্ত্তন সংঘটিত হইয়াছে।

ক্লোরোফর্ম্ম্ (Chloroform) একটী রাসায়নিক যৌগিক। অস্ত্র-চিকিৎসায় ক্লোরোফর্ম্ম্ যে কি মহোপকারী দ্রব্য, তাহা কাহারও অবিদিত নাই। ক্লোরোফর্ম্ম্ আবিষ্কৃত হইবার পূর্ব্বে অস্ত্র-চিকিৎসা, রোগী ও চিকিৎসক উভয়েরই পক্ষে, একটী ভয়াবহ কার্য্য বলিয়া পরিগণিত হইত এবং যে সকল অস্ত্র চিকিৎসা বহুসময়-সাপেক্ষ, রোগী অধিকক্ষণ পর্য্যন্ত অসহ্য যন্ত্রণা সহ্য করিতে পারিবে না বলিয়া ঐ সকল অস্ত্র-চিকিৎসায় হস্তক্ষেপ করিতে কেহ সাহস করিতেন না। এক্ষণে রোগীকে ক্লোরোফর্ম্ম্ দ্বারা ৩।৪ ঘণ্টাকাল

পর্য্যন্ত সংজ্ঞাশূন্য করিয়া অস্ত্র-চিকিৎসা সাহায্যে অতি দুশ্চিকিৎস্য রোগও আরোগ্য হইতেছে।

অধুনা অস্ত্র-চিকিৎসা সবিশেষ উৎকর্ষ লাভ করিয়াছে এবং এ সম্বন্ধে পূর্ব্বে মৃত্যু-সংখ্যা যেরূপ অধিক ছিল, এক্ষণে সেই পরিমাণে কমিয়া গিয়াছে। ইহার কারণ এই যে আজ কাল পচন-নিবারক (Antiseptic) প্রণালী মতে অস্ত্র-চিকিৎসা হইতেছে। পূর্ব্বে অস্ত্র-চিকিৎসার পর ক্ষতস্থল পচিয়া রক্তকে দূষিত করিত এবং এই কারণে এরূপ সাংঘাতিক রোগ উপস্থিত হইত যে তন্নিবন্ধন অধিকাংশ রোগীই মৃত্যুমুখে পতিত হইত। এক্ষণে সেই সকল রোগ ইতিহাসলিখিত প্রাচীন ঘটনা মধ্যে পরিগণিত হইয়াছে এবং পচন-নিবারক অস্ত্র-চিকিৎসার গুণে একেবারে লোপ প্রাপ্ত হইয়াছে বলিলেও অত্যুক্তি হয় না। পার্‌ক্লোরাইড্ অব্ মার্কারি (Perchloride of mercury) প্রভৃতি সে সকল ঔষধের গুণে পচন-নিবারক অস্ত্র-চিকিৎসার এত উন্নতি, তাহারা এক একটী রাসায়নিক যৌগিক এবং উহাদিগের পচন-নিবারক শক্তি রাসায়নিক ক্রিয়ার ফল মাত্র। রসায়ন-বিজ্ঞান সাহায্যে দিন দিন কত নূতন মহোপকারক পচন-নিবারক ঔষধ আবিষ্কৃত হইতেছে।

রসায়ন-বিজ্ঞান পাঠ না করিলে মেডিক্যাল্ জুরিস্‌প্রুডেন্স্ (Medical Jurisprudence) শাস্ত্রে সম্যক্ বুৎপত্তি লাভ হয় না। কোন্ বিষ কিরূপ কার্য্য করে, বিষ প্রয়োগ হইলে কোন্ বিষয় পদার্থ দ্বারা তাহার উপশম হইতে পারে, শারীরিক যন্ত্র, খাদ্যদ্রব্য বা অন্যান্য পদার্থমধ্যে বিষের অস্তিত্ব প্রমাণ করিবার জন্য কিরূপ পরীক্ষার প্রয়োজন, মেডিক্যাল্ জুরিস্‌প্রুডেন্স্ এই সকল বিষয়ে আমাদিগকে শিক্ষা প্রদান করে। এই শিক্ষা সম্পূর্ণ রসায়ন-বিজ্ঞান-সাপেক্ষ, সুতরাং এ বিষয়ে সম্যক্ ব্যুৎপত্তি লাভের জন্য রসায়ন-বিজ্ঞান পাঠ করা অবশ্য কর্ত্তব্য।

অতএব রসায়ন-বিজ্ঞান যে চিকিৎসকমাত্রেরই অবশ্য শিক্ষিতব্য, সে বিষয় কাহাকেও বুঝাইবার আবশ্যক করে না। রসায়ন-বিজ্ঞান চিকিৎসা-শাস্ত্রের মূলভিত্তি স্বরূপ; ভিত্তি দুর্ব্বল হইলে উপরিস্থিত গঠনও যেরূপ দুর্ব্বল হয়, সেইরূপ রসায়ন-বিজ্ঞান-শিক্ষা অভাবে চিকিৎসা-শাস্ত্র-জ্ঞানও সম্যক্ স্ফূর্ত্তি লাভ করিতে পারে না।

রসায়ন-বিজ্ঞান ও পদার্থ-বিজ্ঞান এতদুভয়ের মধ্যে অতি নিকট সম্বন্ধ। পদার্থ-বিজ্ঞান বিষয়ে (বিশেষতঃ তাপ, আলোক ও তড়িৎ সম্বন্ধে) কথঞ্চিৎ ব্যুৎপত্তি না থাকিলে রাসায়নিক তত্ত্বসমূহ সম্যক্‌রূপে হৃদয়ঙ্গম করিতে পারা যায় না। এজন্য কর্তৃপক্ষীয়েরা মেডিক্যাল্ স্কুলের ছাত্রদিগের সুশিক্ষার নিমিত্ত তাপ, আলোক ও তড়িতের মূলসূত্রগুলি রসায়ন-বিজ্ঞান-শিক্ষার অন্তর্ভূত করিয়া দিয়াছেন। আমরা প্রথমে পদার্থ-বিজ্ঞান সম্বন্ধে আলোচনা করিব।

পদার্থ-বিজ্ঞান।

PHYSICS.

প্রাচীন বৈজ্ঞানিক পণ্ডিতেরা প্রকৃতির তত্ত্ব-নিরূপক সমুদয় শাস্ত্রকেই পদার্থ-বিজ্ঞানের অন্তর্নিবিষ্ট করিয়াছেন। তাঁহাদিগের মতে রসায়ন-বিজ্ঞান, জ্যোতিষ, উদ্ভিদ্-বিদ্যা, প্রাণি-বিদ্যা, চিকিৎসা প্রভৃতি সকল শাস্ত্রই পদার্থ-বিজ্ঞানের অংশ বলিয়া পরিগণিত হইত। আধুনিক বৈজ্ঞানিকেরা পদার্থ-বিজ্ঞানকে স্বতন্ত্র শাস্ত্র বলিয়া নির্দ্দেশ করেন। ইহা পাঠ করিলে উপাদান-গত তত্ত্ব ব্যতীত পদার্থের প্রকৃতি সম্বন্ধে সম্যক্ জ্ঞান লাভ হয়। পদার্থের উপাদান-গত তত্ত্ব একমাত্র রসায়ন-বিজ্ঞান শিক্ষা করিলে জানিতে পারা যায়।

তাপ, তড়িৎ, আলোক, চুম্বকাকর্ষণ, মাধ্যাকর্ষণ প্রভৃতি বিবিধ প্রাকৃতিক শক্তির আলোচনাই পদার্থ-বিজ্ঞানের মুখ্য উদ্দেশ্য। এ পুস্তকে আমরা কেবলমাত্র তাপ, আলোক ও তড়িৎ এই তিনটী বিষয়ের সংক্ষিপ্ত আলোচনায় প্রবৃত্ত হইব।

প্রথম পরিচ্ছেদ।

তাপ (HEAT)।

১। তাপের প্রকৃতি।

তাপের প্রকৃতি বুঝিতে হইলে পদার্থের গঠন সম্বন্ধে দুই একটী কথা বলা আবশ্যক।

ইন্দ্রিয়-গ্রাহ্য বস্তু মাত্রেই পদার্থ এবং পদার্থ মাত্রেই অল্প বিস্তর স্থান অধিকার করিয়া থাকে। পদার্থ সচরাচর ত্রিবিধ অবস্থায় দৃষ্টি গোচর হয়, যথা—কঠিন পদার্থ (Solids), যেমন ধাতু, কাষ্ঠ, কাচ ইত্যাদি; তরল পদার্থ (Liquids), যথা জল, তৈল, মধু ইত্যাদি, এবং বায়বীয় পদার্থ বা গ্যাস্ (Gas), যেমন বায়ু, অক্সিজেন্, হাইড্রোজেন্ ইত্যাদি। অবস্থা বিশেষে কঠিন পদার্থ তরল বা বায়বীয় অবস্থায় পরিণত হইতে পারে এবং তরল ও বায়বীয় পদার্থ কঠিন অবস্থা প্রাপ্ত হইতে পারে।

কি কঠিন, কি তরল, কি বায়বীয়, সকল পদার্থই অতিসূক্ষ্ম অসংখ্য অণু-সমষ্টি (Molecules) দ্বারা গঠিত। অণুগুলি পাশাপাশি থাকিলেও একটী অপরটীকে স্পর্শ করে না, পরস্পরের মধ্যে যৎসামান্য ব্যবধান থাকে; ইহার নাম আণবিক ব্যবধান (Intermolecular space)। অণুগুলি এবং আণবিক ব্যবধান এত সূক্ষ্ম যে উভয়ের মধ্যে কোনটীই আমাদিগের ইন্দ্রিয়-গ্রাহ্য নহে। উভয়েরই অস্তিত্ব আমরা কেবল কল্পনা দ্বারা অনুভব করিতে পারি।

নিষ্ক্রম-বাদ (Theory of Emission) :—প্রাচীন বৈজ্ঞানিকদিগের মতে তাপ এক অতি তরল ভারহীন অদৃশ্য পদার্থ; ইহা যাবতীয় পদার্থের আণবিক ব্যবধান অধিকার করিয়া থাকে এবং এক পদার্থ হইতে পদার্থান্তরে গমন করিতে পারে। যে পদার্থ হইতে ইহা নিষ্ক্রান্ত হয়, তাহা শীতল এবং যে পদার্থ ইহা আশ্রয় করে, তাহা উষ্ণরূপে আমাদিগের স্পর্শেন্দ্রিয়-গোচর হইয়া থাকে।

তরঙ্গ-বাদ (Theory of Undulation) :—আধুনিক বৈজ্ঞানিকেরা তাপ একটী পদার্থ বলিয়া স্বীকার করেন না। তাঁহাদিগের মতে তাপ একটী শক্তি (Energy) মাত্র; পদার্থ কোন একটী বিশেষ অবস্থা প্রাপ্ত

হইলে তন্মধ্যে এই শক্তির বিকাশ হয়। পদার্থের অণু-সমষ্টির কম্পনই (Molecular vibration) এই বিশেষ অবস্থা; ইহা দ্বারাই তাপ সমুদ্ভূত হয়। আণবিক কম্পন যত দ্রুত হয়, পদার্থও সেই পরিমাণে স্পর্শে উষ্ণ বোধ হয়। অত্যুষ্ণ পদার্থের আণবিক কম্পন অতি দ্রুতভাবে ঘটিয়া থাকে।* পণ্ডিতেরা ইহাও অনুমান করেন যে, সমস্ত পদার্থের মধ্যে এবং সমগ্র আকাশমণ্ডল (Stellar space) ব্যাপিয়া ঈথর্ (Ether) নামে এক অতিসূক্ষ্ম ভারহীন স্থিতিস্থাপক পদার্থ অবস্থিতি করিতেছে। যেমন স্থির সরোবরের জলে লোষ্ট্র নিক্ষেপ করিলে তরঙ্গের পর তরঙ্গ উৎপন্ন হইয়া বৃত্তাকারে কূল পর্য্যন্ত প্রসারিত হয়, তদ্রূপ কোন পদার্থের আণবিক কম্পন ঈথর্-সমুদ্রে আঘাত করিলে ইথরে কম্পন-তরঙ্গ উৎপন্ন হয় এবং উহা পদার্থান্তরে সংক্রামিত হইলে তন্মধ্যে আণবিক কম্পন উপস্থিত হইয়া তাপ উৎপন্ন হয়। এই শেষোক্ত মতই আধুনিক পণ্ডিতমণ্ডলীর অনুমোদিত।

তাপ এক প্রকার গতি বিশেষ (Motion) বলিয়া নির্দ্দিষ্ট হইয়াছে। তাপকে কৌশলে গতি-শক্তিতে পরিণত করা যাইতে পারে (যেমন তাপ সাহায্যে এঞ্জিন্ পরিচালিত হয়) এবং প্রক্রিয়াবিশেষ দ্বারা গতি-শক্তিকে তাপে পরিণত করিতে পারা যায়। এইরূপে প্রক্রিয়া বিশেষ দ্বারা যে কোন প্রকার শক্তিকে (Energy) অন্য প্রকার শক্তিতে পরিণত করিতে পারা যায়। শক্তির পরিবর্ত্তন সংঘটিত হইতে পারে কিন্তু উহার হ্রাস বৃদ্ধি হয় না।

২। তাপ সংযোগে পদার্থের পরিবর্ত্তন।

তাপ সংযোগে পদার্থের নানা প্রকার পরিবর্ত্তন হইয়া থাকে, যথা— (১) স্পর্শে উষ্ণতা অনুভূত হয়; (২) অধিকাংশ কঠিন পদার্থ তরল হয়; (৩) কোন কোন পদার্থ রক্তবর্ণ হয়; (৪) কোন কোন পদার্থ ফুটিতে থাকে; (৫) পদার্থ বিশেষে তড়িৎ উৎপন্ন হয়; (৬) কোন কোন পদার্থ বিশ্লিষ্ট (Decomposed) হয় এবং (৭) পদার্থের আয়তনের বৃদ্ধি হয়। এই স্থলে আমরা পদার্থের আয়তনের পরিবর্ত্তন সম্বন্ধে প্রথমতঃ আলোচনা করিব।

---

* আণবিক কম্পন অত্যন্ত দ্রুত হইলে তাপের সঙ্গে সঙ্গে আলোকেরও উৎপত্তি হয়। আধুনিক বৈজ্ঞানিকদিগের মতে তাপ ও আলোক একই কারণে উৎপন্ন হইয়া থাকে; পদার্থের আণবিক কম্পনের মাত্রার তারতম্যানুসারে উহা উষ্ণ বা জ্যোতির্ম্ময় হয়।

(১) **প্রসারণ** (Expansion)—তাপ সংযোগে পদার্থ মাত্রেরই প্রসারণ অর্থাৎ আয়তনের বৃদ্ধি সংসাধিত হয় এবং পদার্থ হইতে তাপ অপসৃত হইলে অর্থাৎ শীতলাবস্থায় উহা সঙ্কুচিত হইয়া যায়। পদার্থের দৈর্ঘিক বৃদ্ধিকে ইংরাজিতে Linear expansion কহে। কিন্তু তাপ সংযোগে কোন বস্তুরই শুদ্ধ দৈর্ঘ্যের বৃদ্ধি সংঘটিত হয় না। দৈর্ঘ্যের বৃদ্ধির সঙ্গে উহার সমস্ত আয়তনের বৃদ্ধি সংঘটিত হয়; ইহাকে ইংরাজিতে Cubical expansion কহে।

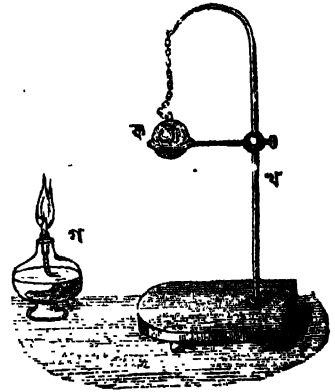
আমি পূর্ব্বে বলিয়াছি যে পদার্থ মাত্রেই অতি সূক্ষ্ম অসংখ্য অণু-সমষ্টি দ্বারা গঠিত। অণুগুলির পরস্পরের মধ্যে একটী প্রবল আকর্ষণী শক্তি (Molecular attraction) আছে। এই শক্তির দ্বারা একটী অণু অপরটীকে সর্ব্বদা নিকটে টানিয়া লইবার চেষ্টা করিতেছে। এই শক্তির যত হ্রাস হইবে, একটী অণু অপরটী হইতে তত অধিক দূরে অবস্থিতি করিবে অর্থাৎ আণবিক ব্যবধান বৃদ্ধি প্রাপ্ত হইবে, সুতরাং পদার্থ আয়তনে প্রসারিত হইবে। অপরন্তু আকর্ষণী-শক্তির আধিক্যে পদার্থ সঙ্কুচিত অর্থাৎ আয়তনে হ্রাস প্রাপ্ত হয়। পদার্থের অণু-সমষ্টির পরস্পরের মধ্যে যে আকর্ষণী শক্তি থাকে, তাপ সংযোগে তাহার হ্রাস হয়, সুতরাং অণুগুলি পরস্পর হইতে অধিকতর দূরবর্ত্তী হইয়া পড়ে। এইরূপে আণবিক ব্যবধান বৃদ্ধি প্রাপ্ত হয় বলিয়া পদার্থের আয়তনের বৃদ্ধি সাধিত হয়। কঠিন পদার্থ (Solid) অল্প পরিমাণে এবং তরল পদার্থ (Liquid) তদপেক্ষা অধিক পরিমাণে প্রসারিত হয়, কিন্তু বায়বীয় পদার্থের (Gas) প্রসারণ সর্ব্বাপেক্ষা অধিক।

তাপ সংযোগে কঠিন পদার্থের প্রসারণ নিম্নলিখিত পরীক্ষা দ্বারা স্পষ্টরূপে প্রমাণিত হইতেছে।

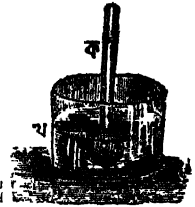
এক খানি তামার পাত ও একটী লৌহদণ্ড লইয়া তাপসংযোগে পদার্থের দৈর্ঘিক প্রসারণ প্রমাণ করিতে পারা যায় :—

১ম পরীক্ষা।—একখানি তামার পাতে একটী খাঁজ কাটা আছে। ঐ খাঁজের মধ্যে একটী লৌহদণ্ড শীতল অবস্থায় লম্বভাবে থাকিবার স্থান সংকুলান হয়। এক্ষণে যদি আমরা লৌহদণ্ডটীকে উত্তপ্ত করি, তাহা হইলে উহা দৈর্ঘ্যে বৃদ্ধি প্রাপ্ত হইবে এবং উক্ত খাঁজের মধ্যে উহার স্থান আর কুলাইবে না। লৌহদণ্ডের এই দৈর্ঘিক প্রসারণকে Linear expansion কহে।

নিম্নলিখিত পরীক্ষাদ্বারা পদার্থের আয়তনের প্রসারণ (Cubical expansion) প্রমাণিত হয় :—

২য় পরীক্ষা।—পার্শ্বস্থ ১ম চিত্রে (ক) একটী লৌহের রিং এবং (খ) একটী লৌহ-দণ্ড ; উহার শীর্ষদেশে শিকলি দ্বারা একটী লৌহের গোলা ঝুলান রহিয়াছে। এই গোলাটী এরূপ ভাবে গঠিত যে শীতলাবস্থায় উহা সহজে রিংএর মধ্য দিয়া গলিয়া যাইতে পারে, কিন্তু যদ্যপি গোলাটী স্পিরিট্ বাতিতে (গ) সমধিক উত্তপ্ত করা যায়, তাহা হইলে উহা আয়তনের প্রসারণ হেতু উক্ত রিংএর মধ্য দিয়া গমন করিতে না পারিয়া রিংএর উপরে আট্‌কাইয়া থাকিবে। পরে শীতল হইলে রিংএর ভিতর দিয়া পূর্ব্ববৎ নামিয়া পড়িবে।

১ম চিত্র।

কঠিন পদার্থের প্রসারণ এত অল্প যে আমরা চক্ষু দ্বারা তাহা উপলব্ধি করিতে পারি না, কিন্তু তরল পদার্থের প্রসারণ সহজেই দৃষ্টি গোচর হয়।

৩য় পরীক্ষা।—কন্দ (Bulb) বিশিষ্ট একমুখ খোলা একটী সরু কাচনল লইয়া কন্দ ও নলের কিয়দংশ (২য় চিত্র) রঙ্গিন্ জলে পূর্ণ করতঃ জলের উর্দ্ধ সীমায় একটী চিহ্ন (ক) অঙ্কিত কর। কোন পাত্রে (খ) অত্যুষ্ণ জল রাখিয়া কন্দটী তন্মধ্যে নিমজ্জিত করিলে রঙ্গিন্ জল নির্দ্দিষ্ট সীমা অতিক্রম করিয়া উর্দ্ধে উত্থিত হইবে।

২য় চিত্র।

ইহার কারণ এই যে কন্দস্থ রঙ্গিন্ জল উত্তপ্ত হইয়া প্রসারিত হয়, সুতরাং কন্দের মধ্যে উহার স্থান সঙ্কুলান না হওয়াতে নলের উপরিভাগে উঠিতে থাকে। উত্তাপ সংযোগে কাচ-কন্দটীও সঙ্গে সঙ্গে প্রসারিত হয় সত্য, কিন্তু উহার আয়তনের বৃদ্ধি রঙ্গিন জলের তুলনায় এত অল্প পরিমাণে সংসাধিত হয় যে তাহা গণনার মধ্যে ধর্ত্তব্য নহে।

সামান্য উত্তাপেই বায়বীয় পদার্থের অত্যধিক প্রসারণ হইয়া থাকে।

৪র্থ পরীক্ষা।—পূর্ব্বোক্তরূপ কন্দ-বিশিষ্ট ও একমুখ খোলা একটী কাচের নল লইয়া নলের মধ্যে অত্যল্পপরিমাণ রঙ্গিন্ জল প্রবেশ করাইয়া উহাকে ঐরূপ রঙ্গিন্ জল পূর্ণ অপর এক পাত্রের মধ্যে নিম্নমুখ করিয়া নিমজ্জিত কর। নলটী এইরূপে স্থাপিত হইলে দেখা যায়

যে কন্দটীর মধ্যে জল থাকে না (উহা বায়ুপূর্ণ থাকে), কেবল নলটীর নিম্নাংশ রঙ্গিন্ জল দ্বারা পূর্ণ হইয়া থাকে। এক্ষণে হস্ত দ্বারা কন্দটী কিয়ৎক্ষণ চাপিয়া ধরিলে হস্তের সামান্য উত্তাপেই উহার অভ্যন্তরস্থ বায়ু সমধিক প্রসারিত হইয়া নলস্থিত রঙ্গিন্ জলকে নীচে ঠেলিয়া দিবে, সুতরাং নলের জল ক্রমে ক্রমে নীচে নামিতে থাকিবে।

প্রকাশ্য ও প্রচ্ছন্ন তাপ—স্পর্শ দ্বারা অথবা যন্ত্র সাহায্যে পদার্থ-নিহিত যে তাপকে আমরা নির্ণয় করিতে পারি, তাহাকে প্রকাশ্য তাপ (Sensible heat) কহে। যে তাপ যন্ত্র দ্বারা নির্ণয় করিতে পারা যায় না অথচ যাহা পদার্থের মধ্যে অবস্থিতি করিয়া উহাকে তরল বা বায়বীয় অবস্থায় রাখে, তাহাকে প্রচ্ছন্ন-তাপ (Latent heat) কহে। শেষোক্ত তাপ সম্বন্ধে আমরা পরে আলোচনা করিব।

তাপ-মাত্রা (Temperature)—কোন পদার্থ যে পরিমাণে অপর পদার্থে প্রকাশ্য তাপ (Sensible heat) প্রদান করে, ঐ পরিমাণ তাপ শেষোক্ত পদার্থের তাপ-মাত্রা বলিয়া নির্দ্দিষ্ট হয়। তাপ-মাত্রা ও তাপ-সমষ্টি (Quantity of heat) এক নহে। দুইটী পদার্থের তাপ-মাত্রা এক হইলেও উহাদিগের অন্তর্নিহিত তাপ-সমষ্টি সমান না হইতে পারে। এক কটাহপূর্ণ-ফুটন্ত জল হইতে এক ঘটী জল তুলিয়া লইলে কটাহ ও ঘটির জলের তাপ-মাত্রা এক অর্থাৎ প্রায় ১০০°C হইলেও কটাহে অধিক জল আছে বলিয়া উহার তাপ-সমষ্টি ঘটির অল্প জলের তাপ-সমষ্টি অপেক্ষা অনেক অধিক।

তাপমান (Thermometer)—তাপের অভাবেই পদার্থ শীতল বলিয়া অনুভূত হয়, কিন্তু পদার্থ যতই শীতল হউক না কেন, তন্মধ্যে কথঞ্চিৎ তাপ অন্তর্নিবিষ্ট থাকে। আমরা স্পর্শ দ্বারা পদার্থের উষ্ণতা বা শীতলতার মাত্রা সূক্ষ্মরূপে নির্ণয় করিতে পারি না। বিশেষতঃ অত্যধিক উত্তপ্ত বা শীতল দ্রব্য স্পর্শ করিলে শারীরিক ক্লেশ ও পীড়া জন্মিবার সম্ভাবনা, এজন্য কোন পদার্থের প্রকাশ্য তাপ নির্ণয় করিবার জন্য যন্ত্রের আবশ্যক হয়। এই যন্ত্রকে তাপমান বলে। তাপ-সংযোগ পদার্থের প্রসারণ ভিত্তি-স্বরূপ করিয়া এই যন্ত্র নির্ম্মিত হইয়াছে।

তাপ-মাত্রা নিরূপণের জন্য কঠিন, তরল এবং বায়বীয়, এই ত্রিবিধ পদার্থই তাপমান নির্ম্মাণে ব্যবহৃত হইলেও সাধারণতঃ তরল পদার্থের প্রসারণ দ্বারা

তাপ নির্ণীত হইয়া থাকে, কারণ কঠিন পদার্থের প্রসারণ চক্ষু দ্বারা আমরা সহজে উপলব্ধি করিতে পারি না। আমরা সচরাচর যে তাপমান ব্যবহার করিয়া থাকি, তাহার মধ্যে পারদ আছে। পারদ তরল পদার্থ। সুরা-সার (Alcohol) নামক অপর একটী তরল-পদার্থ-নির্ম্মিত তাপমানও আমরা স্থল বিশেষে ব্যবহার করিয়া থাকি।

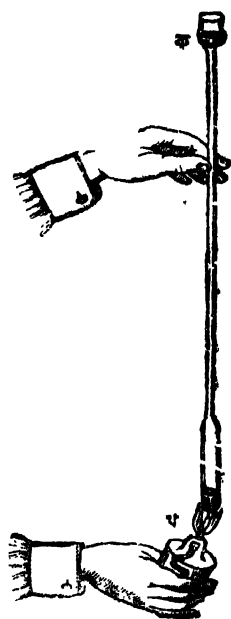
পারদ ৩৫০°C তাপ-মাত্রার ন্যূনে বাষ্পাকারে পরিণত হয় না এবং বরফের তাপ-মাত্রা হইতে ৪০°C নিম্নে অর্থাৎ—৪০°C শৈত্য-সংযুক্ত হইলে পর জমিয়া কঠিন হয়। এই দুই তাপ-মাত্রার মধ্যে পারদ সর্ব্বদা তরল অবস্থায় থাকে এবং তাপ বা শৈত্য সংযোগে প্রায়ই সমহারে প্রসারিত বা সঙ্কুচিত হয়। এজন্য তাপমান নির্ম্মাণের পক্ষে পারদ বিশেষ উপযোগী। ৩৫০° ডিগ্রীর ঊর্দ্ধ তাপ-মাত্রা পারদ-নির্ম্মিত তাপমান দ্বারা নির্ণীত হইতে পারে না।

অত্যন্ত শীতল পদার্থের তাপ-মাত্রা নির্ণয় করিবার জন্য সুরা-সার (Alcohol) নির্ম্মিত তাপমান ব্যবহৃত হয়, কারণ অত্যধিক শীতল না হইলে সুরা-সার জমিয়া যায় না। পারদ—৪০°C তাপমাত্রায় জমিয়া কঠিন হইয়া যায়, সুতরাং তদবস্থায় উহার সঙ্কোচন বা প্রসারণ আর চক্ষু দ্বারা উপলব্ধি করিতে পারা যায় না।

তাপ-মাত্রার অতি সামান্য বৃদ্ধি বা হ্রাস পারদ-নির্ম্মিত তাপমান দ্বারা সুচারুরূপে নির্ণীত হয় না, এজন্য এরূপ স্থলে বায়ু-পূর্ণ তাপমান (Air-thermometer) ব্যবহৃত হইয়া থাকে। তাপ-মাত্রার সামান্য ন্যূনাধিক্য বায়ু-পূর্ণ তাপমান যেরূপ সহজে নির্দ্দেশ করে, তাহা ইতিপূর্ব্বে ৪র্থ পরীক্ষায় বর্ণিত হইয়াছে। উক্ত পরীক্ষায় যে যন্ত্রটীর বিষয় বর্ণিত হইয়াছে, তাহার গঠন ও কার্য্য বায়ু-পূর্ণ তাপমানের অনুরূপ।

অত্যধিক উত্তপ্ত পদার্থের তাপ-মাত্রা নির্ণয় করিতে হইলে পারদ-নির্ম্মিত তাপমানের পরিবর্ত্তে পূর্ব্বে অপর ধাতুনির্ম্মিত তাপমান ব্যবহৃত হইত। অধুনা অন্যবিধ যন্ত্র ব্যবহৃত হইয়া থাকে। অধিক উত্তাপ সংস্পর্শে পারদ যখন বাষ্পাকারে পরিণত হয়, তখন উহার প্রসারণ চক্ষু দ্বারা উপলব্ধি করিতে পারা না, সুতরাং তদ্দ্বারা পদার্থের তাপ-মাত্রা স্থির নির্ণয় করা সম্ভব হয় না।

সচরাচর পারদ-নির্ম্মিত তাপমান ব্যবহৃত হয় বলিয়া উহার নির্ম্মাণ-প্রণালী নিম্নে সংক্ষেপে বর্ণিত হইল।

চুলের ন্যায় সূক্ষ্ম ছিদ্রযুক্ত একটী কাচ নলের একদিক উত্তাপ সংযোগে স্ফীত করিয়া গোল বা লম্বা কন্দের (৩য় চিত্র, খ) ও অপর দিক ক্ষুদ্র ফনেলের (Funnel) আকারে (ক) পরিণত করিয়া তদুপরি কিঞ্চিৎ পারদ স্থাপন করতঃ কন্দটী দীপশিখায় ঈষৎ উত্তপ্ত করিলে উহার অভ্যন্তরস্থ বায়ু প্রসারণ হেতু পারদ ভেদ করিয়া নির্গত হইয়া যায়। পরে কন্দটী শীতল হইলে কিয়দংশ পারদ ছিদ্র দ্বারা উহার মধ্যে প্রবেশ করিয়া উক্ত বায়ুর স্থান অধিকার করে। এইরূপে কয়েকবার কন্দটী ক্রমান্বয়ে উত্তপ্ত ও শীতল করিলে অভ্যন্তরস্থ সমস্ত বায়ু বহির্গত হইয়া যায় এবং কন্দ ও নলটী পারদ দ্বারা পূর্ণ হইয়া থাকে। এক্ষণে অভ্যন্তরস্থ পারদকে সমধিক উত্তাপ দ্বারা ফুটাইতে হইবে এবং যখন সমস্ত বায়ু নলের অভ্যন্তর হইতে বাহির হইয়া যাইবে (কেবল মাত্র পারদ ও পারদের বাষ্প নলের অভ্যন্তরে অবস্থিতি করিবে), তখন ফনেলের (ক) ঠিক নিম্ন প্রদেশ উত্তাপ সংযোগে গলাইয়া বন্ধ করিতে হইবে। নলটী শীতল হইলে সঙ্কোচন হেতু উহার অভ্যন্তরস্থ পারদ নিম্ন প্রদেশে নামিয়া সমগ্র কন্দ ও নলের কিয়দংশ স্থান অধিকার করিয়া থাকে এবং নলের উপরিভাগ বায়ুশূন্য রহে। এক্ষণে এই পারদ-পূর্ণ কাচনলের কন্দটী কোন উষ্ণ পদার্থের সংস্পর্শে রাখিলে পারদ প্রসারিত হইয়া নলের উপরিভাগে উঠিতে থাকে

৩য় চিত্র

কিন্তু শীতল বস্তুর সংস্পর্শে সঙ্কুচিত হইয়া পুনরায় নামিয়া আইসে। নলের মধ্যস্থিত পারদের এইরূপ প্রসারণ বা সঙ্কোচনের মাত্রা দেখিয়া পদার্থের তাপ-মাত্রা নির্ণীত হয়। ইহা নির্ণয় করিবার জন্য নলের উপরিভাগে সমানাংশে বিভক্ত কতকগুলি মাপ করিবার চিহ্ন (Graduations) অঙ্কিত করা হয়। এই চিহ্নগুলি যদৃচ্ছা অঙ্কিত করিলে চলিবে না;

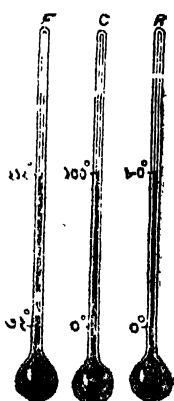
অপরিবর্ত্তনশীল তাপ-মাত্রা উহাদিগের অধঃ ও উর্দ্ধ সীমা রূপে গৃহীত হইয়া তন্মধ্যবর্ত্তী স্থান তাপমান ভেদে বিভিন্ন সংখ্যাসূচক কতিপয় ক্ষুদ্র সমানাংশে বিভক্ত হইয়া থাকে। এক্ষণে কি প্রণালীমতে উপরোক্ত কার্য্য সম্পন্ন হইয়া থাকে, তাহাই বর্ণিত হইতেছে।

বরফ সর্ব্বদা একটী নির্দ্দিষ্ট তাপ-মাত্রায় (O°C.) গলে, এজন্য গলন্ত বরফের অপরিবর্ত্তনশীল তাপ-মাত্রা উল্লিখিত চিহ্নগুলির অধঃসীমা, এবং চোয়ান (Distilled) জল সহজ বায়ুচাপে (Normal atmospheric pressure) ধাতু, পাত্রের মধ্যে সর্ব্বদা একটী নির্দ্দিষ্ট তাপ-মাত্রায় (১০০°C.) ফুটিয়া থাকে বলিয়া ফুটন্ত জলের তাপমাত্রা উর্দ্ধ সীমা রূপে গৃহীত হয়। ফলতঃ এই দুই অপরিবর্ত্তনশীল তাপ-মাত্রার মধ্যবর্ত্তী স্থান অন্যান্য যাবতীয় পদার্থের তাপ-মাত্রা নির্ণয় করিবার জন্য একক (Unit) রূপে গৃহীত হয়। এক্ষণে উপরোক্ত দুইটী সীমা নির্দ্দেশের জন্য পারদপূর্ণ নলটী ১৫ মিনিট কাল গলন্ত বরফে নিমজ্জিত করিয়া রাখিলে পারদ সঙ্কুচিত হইয়া নলের যে স্থানে স্থায়ীভাবে অবস্থিতি করিবে, তথায় নলের গাত্রে একটী রেখা অঙ্কিত করিতে হইবে। পরে তাম্রপাত্রবিশেষে জল ফুটাইয়া উক্ত নলটী জল-বাষ্পের (Steam) মধ্যে ১৫ মিনিট কাল নিমজ্জিত রাখিলে পারদ প্রসারণ হেতু নলের মধ্যে উর্দ্ধে উঠিয়া যে স্থানে স্থায়ীরূপে অবস্থিতি করিবে, তথায় নলের গাত্রে আর একটী রেখা অঙ্কিত করিতে হইবে। এই উভয় রেখার মধ্যস্থলকে সেল্‌সিয়স্ বা সেন্টিগ্রেড্ (Celsius or Centigrade), ফ্যারেন্‌হিট্ (Fahrenheit) এবং রোমার্ (Reaumur) নির্ম্মিত তাপমান ভেদে যথাক্রমে ১০০, ১৮০ বা ৮০টী ক্ষুদ্র ২ সমান অংশে বিভক্ত করা হয়। ইহার এক একটী অংশকে তাপাংশ বা ডিগ্রী বলে। সেন্টিগ্রেড্ তাপমানে উপরোক্ত অধঃসীমা (হিমাঙ্ক—Freezing point) O, ও উর্দ্ধ সীমা (স্ফুটনাঙ্ক—Boiling point) ১০০ অঙ্ক দ্বারা নির্ণীত হয় এবং এতদুভয়ের মধ্যস্থলকে ১০০ সমান ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অংশে বিভক্ত করিয়া প্রত্যেক ক্ষুদ্র বিভাগকে এক এক ডিগ্রী সেন্টিগ্রেড্ (C) নামে নির্দ্দেশ করা যায়। ফ্যারেন্‌হিট্ বরফ ও ক্লোরাইড্ অব্ এমোনিয়ম্ নামক লবণ একত্রে মিশ্রিত করিয়া বরফের তাপ-মাত্রা অপেক্ষা ৩২° ন্যূন তাপ-মাত্রা উৎপাদন করিয়াছিলেন এবং উক্ত তাপ-মাত্রাকে তিনি তাঁহার তাপমানে অধঃসীমা (O°) রূপে নির্দ্দেশ করিয়াছেন। সেই জন্য অন্য তাপমানের যে অঙ্ক

বরফের তাপ-মাত্রা (O°) বলিয়া নির্দ্দিষ্ট হয়, তাহা তাঁহার নির্ম্মিত তাপমানে ৩২° অঙ্ক দ্বারা সূচিত। সুতরাং ফ্যারেন্‌হিটের তাপমানে যে O° অঙ্কিত আছে, তাহা সেন্টিগ্রেড্ তাপমানে বরফের তাপ-মাত্রা অপেক্ষা ৩২° ডিগ্রী ন্যূন তাপ-মাত্রা নির্দ্দেশ করে। ফ্যারেন্‌হিটের তাপমানের নিম্নস্থ রেখা O° ও ঊর্দ্ধ রেখা ২১২° অঙ্ক দ্বারা নির্দ্দিষ্ট হয় এবং এতদুভয়ের মধ্যস্থল ২১২টী সমানাংশে বিভক্ত হইয়া থাকে; ইহার এক একটি ক্ষুদ্র অংশ এক এক ডিগ্রী ফ্যারেন্‌হিট্ (F) বলিয়া পরিগণিত। এইরূপে রোমারের তাপমানের নিম্নরেখা O° এবং ঊর্দ্ধ রেখা ৮০° অঙ্ক দ্বারা নির্দ্দিষ্ট হয় এবং এতদুভয়ের মধ্যস্থল ৮০টী সমান ভাগে বিভক্ত এবং প্রত্যেক ক্ষুদ্র অংশ এক এক ডিগ্রী রোমার্ (R) বলিয়া পরিচিত।

এই সকল ডিগ্রীর অঙ্ক তাপমানের কাচ-নলের উপরে হাইড্রোফ্লুওরিক্ এসিড্ (Hydrofluoric Acid) দ্বারা অঙ্কিত হইয়া থাকে। হাইড্রোফ্লুওরিক্ এসিড্ কাচের সহিত একত্রিত হইলে কাচ ক্ষয় প্রাপ্ত হয়, এজন্য তাপমানটী উত্তম-রূপে মোম দ্বারা আবৃত করিয়া যে যে স্থানে রেখা বা অঙ্কপাত করিতে হইবে, সেই সেই স্থানের মোম সূচিকা দ্বারা উঠাইয়া উহা হাইড্রোফ্লুওরিক্ এসিড্ বাষ্পের মধ্যে স্থাপন করিলে কাচের যে যে স্থান হইতে মোম উঠাইয়া লওয়া হইয়াছে, তাহা ক্ষয় প্রাপ্ত হয় এবং কাচ-নলের গাত্রে দাগ পড়ে।

সেন্টিগ্রেড্, ফ্যারেন্‌হিট্ বা রোমারের তাপমান দ্বারা নির্ণীত তাপ-মাত্রা লিখিতে হইলে ডিগ্রীর পার্শ্বে যথাক্রমে C, F ও R এবং ডিগ্রীর অঙ্কের মস্তকে একটি ক্ষুদ্র শূন্য (°) লিখিতে হয়।

যে কোন পদার্থের তাপ-মাত্রা পূর্ব্বোল্লিখিত ত্রিবিধ তাপমান দ্বারা যথাক্রমে পরিমিত হইলে তাপমান-ভেদে ভিন্ন ভিন্ন অঙ্ক দ্বারা নির্দ্দিষ্ট হইয়া থাকে; যথা, সেন্টিগ্রেড্ তাপমান দ্বারা যে পদার্থের তাপ-মাত্রা ১০০°C বলিয়া নির্দ্দিষ্ট হয়, ফ্যারেন্‌হিটের তাপমানে পরিমিত হইলে তাহা ২১২°F এবং রোমারের তাপ-মানে ৮০ R বলিয়া নির্দ্দিষ্ট হইবে (৪র্থ চিত্র)।

৪র্থ চিত্র।

এক্ষণে এই তিন প্রকার তাপমানের (৪র্থ চিত্র), একের যে কোন

অঙ্ক অপর তাপমানের কত অঙ্কের সহিত সমান, ইহা নিরূপণ করা প্রয়োজন। সেন্টিগ্রেড্‌কে রোমার বা রোমারকে সেন্টিগ্রেডে পরিবর্ত্তিত করা অতি সহজ। ১৫° C, রোমারের কত ডিগ্রীর সহিত সমান, ইহা নির্ণয় করিতে হইলে সহজ ত্রৈরাশিক দ্বারা উহা স্থির করা যায়, যথা—১০০°C : ৮০°R :: ১৫°C : ক ∴ ক = ১২, অর্থাৎ যে পদার্থের তাপ-মাত্রা সেন্টিগ্রেড্ তাপমানে ১৫° পরিমিত হয়, তাহা রোমারের তাপমান দ্বারা পরিমিত হইলে ১২° হইয়া থাকে। এইরূপ সহজ প্রক্রিয়া দ্বারা রোমারের অঙ্কও সেন্টিগ্রেড্ অঙ্কে পরিবর্ত্তিত করা যাইতে পারে।

সেন্টিগ্রেড্ বা রোমারের অঙ্ক ফ্যারেন্‌হিটে অথবা ফ্যারেন্‌হিটের অঙ্ক সেন্টিগ্রেড্ বা রোমারে পরিবর্ত্তিত করিবার গণনা কথঞ্চিৎ জটিল। পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে যে ফ্যারেন্‌হিটের তাপমানে যে ২১২° অঙ্ক আছে, সেন্টিগ্রেডে তাহা ১০০° এবং রোমারে উহা ৮০° অঙ্ক দ্বারা নির্দ্দিষ্ট হয়। ফ্যারেন্‌হিটের তাপমানে যে তাপ-মাত্রা ৩২ F অঙ্ক দ্বারা নির্দ্দিষ্ট, অপর দুইটী তাপমানে সেই তাপ-মাত্রা O° দ্বারা নির্দ্দিষ্ট হয়। অতএব দেখা যাইতেছে যে ফ্যারেন্‌হিটের মধ্যে ৩২° এর অঙ্ক হইতে ২১২ পর্য্যন্ত যে ১৮০° অঙ্ক থাকে, তাহা সেন্টিগ্রেডের ১০০ ও রোমারের ৮০° অঙ্কের সহিত সমান। কিন্তু ফ্যারেন্‌হিটের তাপমানের তাপ-মাত্রা ৩২° এর অঙ্ক হইতে সংখ্যাকৃত না হইয়া, O° অঙ্ক হইতে সংখ্যাকৃত হয়, সুতরাং গণনার সময় এই ৩২° অঙ্ক আবশ্যক মত যোগ বা বিয়োগ করিতে হয়। মনে কর ৬০°F, কত ডিগ্রী সেন্টিগ্রেডের সহিত সমান নির্ণয় করিতে হইবে; এস্থলে ৬০°F, O° হইতে গণিত হয় বলিয়া, উহা হইতে ৩২ বাদ দিতে হইবে, কেননা উক্ত ৩২° ডিগ্রী সেন্টিগ্রেড্ তাপমানে মোটেই নাই। এক্ষণে দেখিতে হইবে যে ৬০ − ৩২ = ২৮ F, কত ডিগ্রী সেন্টিগ্রেডের সহিত সমান; ইহাও পূর্ব্বোক্ত প্রকারে ত্রৈরাশিক দ্বারা প্রতিপন্ন হইয়া থাকে, যথা :—

১৮০°F : ১০০°C :: ২৮°F : ক ∴ ক = ১৫.৫°C, সুতরাং ৬০°F = ১৫.৫°C। সেন্টিগ্রেড্ বা রোমারের তাপ-মাত্রাকে ফ্যারেন্‌হিটে পরিবর্ত্তিত করিতে হইলে গণনার শেষে ৩২° যোগ করিতে হয়, কেন না এই ৩২ অঙ্ক ফ্যারেন্‌হিটের তাপমানে বেশী আছে, অন্য তাপমানে উহা নাই।

মনে কর ১০°C কে ফ্যারেন্‌হিটে পরিবর্ত্তিত করিতে হইবে; এস্থলে পূর্ব্ব প্রক্রিয়ানুসারে ১০০°C : ১৮০°F :: ১০°C : ক ∴ ক = $\frac{১৮০ \times ১০}{১০০}$ = ১৮°F। এই ১৮°F ৩২° অঙ্কের উপরে বুঝাইবে, কেননা ফ্যারেন্‌হিটে যে ১৮০° ডিগ্রী সেন্টিগ্রেডের ১০০°র সহিত সমান, তাহা ৩২° অঙ্কের উপর; একারণ ঐ ১৮র সহিত ৩২ যোগ করিয়া যাহা হইবে, তাহাই ১০°Cর সহিত সমান। অতএব ১৮+৩২ অর্থাৎ ৫০°F=১০°C। এইরূপে রোমারকে ফ্যারেন্‌হিটে বা ফ্যারেন্‌হিটকে রোমারে পরিবর্ত্তিত করিতে পারা যায়।

এক তাপমানের অঙ্ক অপর তাপমানের অঙ্কে পরিবর্ত্তিত করিবার কয়েকটি সাঙ্কেতিক নিয়ম নিম্নে প্রদত্ত হইল :—

১। F কে C এ আনিতে হইলে F হইতে ৩২ বাদ দিয়া বিয়োগ ফলকে $\frac{৫}{৯}$ দিয়া গুণ করিতে হইবে; যথা, ৯°F কে Cতে আনিতে হইলে ৯—৩২ = —২৩ × $\frac{৫}{৯}$ = — $\frac{১১৫}{৯}$ = —১২°·৭C অর্থাৎ ৯°F, সেন্টিগ্রেড্‌ তাপমানে O°র নিম্নে ১২°·৭র সহিত সমান। এস্থলে বলা উচিত যে O°র নিম্নে যত তাপ-মাত্রা আছে, তাহার পূর্ব্বে একটী করিয়া বিয়োগ চিহ্ন (—) দিতে হয়।

২। Fকে R এ আনিতে হইলে পূর্ব্বোক্ত প্রকারে F হইতে ৩২ বাদ দিয়া বিয়োগ ফলকে $\frac{৪}{৯}$ দিয়া গুণ করিতে হইবে।

৩। C কে F এ আনিতে হইলে উহাকে $\frac{৯}{৫}$ দিয়া গুণ করিয়া গুণফলে ৩২ যোগ করিতে হইবে; যথা ২৫°C = ২৫ × $\frac{৯}{৫}$ = ৪৫ + ৩২ = ৭৭°F।

৪। R কে F এ আনিতে হইলে উহাকে $\frac{৯}{৪}$ দিয়া গুণ করিয়া গুণ-ফলে ৩২ যোগ করিতে হইবে।

৫। C কে R এ আনিতে হইলে উহাকে $\frac{৪}{৫}$ দিয় গুণ করিতে হয়।

৬। R কে C এ আনিতে হইলে উহাকে $\frac{৫}{৪}$ দিয়া গুণ করিতে হয়।

ম্যাক্সিমম্‌ তাপমান (Maximum thermometer)—সাধারণ তাপমানে যে কোন পদার্থের তাপ-মাত্রা গৃহীত হউক না কেন, উক্ত পদার্থ হইতে তাপমানটী সরাইয়া লইলেই নিকটস্থ বায়ুর শীতলতা বা উষ্ণতা অনুসারে তাপমানের পারদও তৎক্ষণাৎ সঙ্কুচিত বা প্রসারিত হয় অর্থাৎ নামিয়া আইসে বা উঠিয়া যায়। সুতরাং পরীক্ষাধীন পদার্থের সহিত তাপমান সংলগ্ন করিয়া উহার তাপ-মাত্রা নির্ণয় করিতে হয়

এবং এই কারণে পরীক্ষার সময়ে পরীক্ষকের উপস্থিতি অবশ্য প্রয়োজনীয়। এই অসুবিধা নিবারণের নিমিত্ত নির্দ্দেশক (Index) সংযুক্ত এক প্রকার তাপমান ব্যবহৃত হইয়া থাকে; ইহাকে ম্যাক্সিমম্ তাপমান কহে। দিবাভাগের কোন্ সময়ে সর্ব্বাপেক্ষা অধিক তাপ-মাত্রা বর্দ্ধিত হয়, তাহা নিরূপণ করিবার জন্য নেগ্রেটী (Negretti) নির্ম্মিত ম্যাক্সিমম্ তাপমান ব্যবহৃত হইয়া থাকে। ইহার নির্ম্মাণপ্রণালী অন্যান্য তাপমানের অনুরূপ, কেবল নলটী কন্দের সহিত বক্রভাবে যুক্ত থাকে এবং নলের নিম্নাংশের ছিদ্র এত সূক্ষ্ম করা হয় যে সঙ্কোচনের সময় কন্দস্থিত পারদ পৃথক্ হইয়া কন্দের মধ্যেই অবস্থিতি করে, কিন্তু নলের মধ্যে যে পারদ থাকে, তাহা ছিদ্রের সূক্ষ্মতা হেতু কন্দের মধ্যে সহজে নামিয়া আসিতে পারে না, সুতরাং তাহাই নির্দ্দেশকের কার্য্য করে। এই তাপমান শায়িতভাবে (Horizontally) একটী কাষ্ঠফলকে সংবদ্ধ থাকে। ইহাকে কোন ছায়াযুক্ত স্থানে ঝুলাইয়া রাখিতে হয়। অত্যধিক তাপের সময় কন্দস্থিত পারদ প্রসারিত হইয়া নলের মধ্যস্থিত পারদের নির্দ্দেশককে সম্মুখে ঠেলিয়া দেয়। পরে যখন উক্ত স্থানের বায়ু ক্রমশঃ শীতল হইতে আরম্ভ হয়, তখন কন্দস্থিত পারদ সঙ্কুচিত হইয়া সরিয়া আইসে কিন্তু নলাভ্যন্তরস্থিত পারদ ছিদ্রের বক্রতা ও সঙ্কীর্ণতা হেতু কন্দের মধ্যে নামিয়া আসিতে পারে না; অত্যধিক তাপের সময় যে স্থানে নীত হইয়াছিল, সেই স্থানেই রহিয়া যায়; সুতরাং আমরা যে সময়ে ইচ্ছা, নির্দ্দেশক-সূচিত উক্ত তাপ-মাত্রা দেখিয়া লিপিবদ্ধ করিতে পারি। যদি এই কার্য্যের জন্য সাধারণ তাপমান ব্যবহৃত হইত, তাহা হইলে পরীক্ষককে সমস্তদিন উক্ত যন্ত্রের নিকট অবস্থিতি করিয়া কখন সর্ব্বাপেক্ষা অধিক তাপ উঠে, তাহা নির্ণয় করিতে হইত। রদারফোর্ডের (Rutherford) ম্যাক্সিমম্ তাপমানে একটী লৌহের নির্দ্দেশক থাকে।

মিনিমম্ তাপমান (Minimum thermometer)—রাত্রিকালের ন্যূনতম তাপ-মাত্রা নির্ণয় করিবার নিমিত্ত এই তাপমান ব্যবহৃত হয়। মিনিমম্ তাপমানের গঠন ম্যাক্সিমম্ তাপমানের অনুরূপ, কেবল পারদের পরিবর্ত্তে লালরঙ্গে রঞ্জিত সুরা সার (Alcohol) ব্যবহৃত হয় এবং একটী অতিসরু দুই মুখ খোলা কাচনল নির্দ্দেশকরূপে তাপমানের নলের মধ্যে অবস্থিত থাকে। যে স্থানে

এই তাপমান রক্ষিত হয়, তথাকার তাপ-মাত্রা যত কমিতে থাকে, সুরা-সার ততই সঙ্কুচিত হয় এবং কৈশিক আকর্ষণ (Capillary attraction) দ্বারা কাচের নলের আকারের নির্দ্দেশকটীকে কন্দের দিকে টানিয়া লইয়া আইসে। পরে যখন উক্ত স্থানের বায়ুর তাপ-মাত্রা ক্রমশঃ বর্দ্ধিত হইতে থাকে, তখন কন্দস্থ সুরা-সার প্রসারিত হইয়া নির্দ্দেশকের ছিদ্রের মধ্য দিয়া সম্মুখ দিকে অগ্রসর হয় কিন্তু নির্দ্দেশকটী যথাবৎ পূর্ব্বস্থানে থাকিয়া যায়। এইরূপে উহা স্থানচ্যুত না হইয়া রাত্রিকালের সর্ব্ব নিম্ন তাপ-মাত্রা নির্দ্দেশ করে এবং আমরা সুবিধামত যে কোন সময়ে তাহা দেখিয়া লিপিবদ্ধ করিতে পারি।

দেহ-তাপ-পরিচায়ক তাপমান ((Clinical thermometer)— আমাদিগের শরীরের তাপ পরিমাণ করিবার জন্য যে তাপমান ব্যবহৃত হয়, তাহাকে ক্লিনিক্যাল্ তাপমান কহে। ইহা ফ্যারেন্‌হিটের প্রণালী অনুসারে নির্ম্মিত, কিন্তু ইহাতে সচরাচর ৯৫° হইতে ১১০° পর্য্যন্ত চিহ্ন অঙ্কিত থাকে। আমাদের শরীরের সহজ উত্তাপ ৯৮°.৪F ; সুস্থ অবস্থায় কোন কোন স্থলে ইহা হইতে অর্দ্ধ বা এক ডিগ্রীর প্রভেদ দৃষ্ট হইয়া থাকে। ওলাউঠা প্রভৃতি রোগে শরীর হিম হইলে তাপ-মাত্রা ৯৫। ৯৬ ডিগ্রী ফ্যারেন্‌হিট্ পর্য্যন্ত বা তদপেক্ষা নিম্ন সংখ্যায় নামিয়া আইসে এবং তরুণ বাতজ্বর (Acute rheumatic fever) প্রভৃতি কতিপয় রোগে ১০৮° বা ১১০° বা কখন তদূর্দ্ধেও তাপ-মাত্রা উঠিয়া থাকে। কিন্তু সচরাচর শরীরের তাপ-মাত্রা ৯৫°র নীচে নামে না, অথবা ১১০°র উর্দ্ধে উঠে না, এজন্য ক্লিনিক্যাল্ তাপমানে ৯৫ হইতে ১১০ ডিগ্রী পর্য্যন্ত চিহ্ন অঙ্কিত থাকে (৫ম চিত্র)। এই তাপমানে নলের ছিদ্রের নিম্নাংশ এরূপ ভাবে বক্র থাকে যে, পারদ প্রসারিত হইয়া উপরে উঠিলে পর উহা সহজে আর নামিয়া আসিতে পারে না, হাতে ধরিয়া অনেকবার ঝাঁকি দিলে তবে নামিয়া আইসে। তাপ-নির্ণয়-কালে রোগীর মুখ বা বগলের মধ্যে স্থাপিত হইলে কন্দ-স্থিত পারদ প্রসারিত হইয়া নলের ভিতরে উঠিয়া যায়। এক্ষণে তাপমান রোগীর বগল হইতে সরাইয়া লইলে কন্দ-স্থিত পারদ সঙ্কুচিত

৫ম চিত্র।

হইয়া নামিয়া পড়ে কিন্তু নলস্থিত পারদের অংশ নলের বক্রতা হেতু নামিতে পারে না, যতদূর পর্য্যন্ত উর্দ্ধে উঠিয়াছিল সেই স্থানে থাকিয়া শরীরের তাপ-মাত্রা নির্দ্দেশ করে। ক্লিনিক্যাল্ তাপমানকে এই জন্য ম্যাক্সিমম্ তাপমান বলা যাইতে পারে।

বায়বীয় পদার্থের প্রসারণ—পূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে যে কঠিন বা তরল পদার্থ অপেক্ষা বায়বীয় পদার্থ (Gas) সামান্য উত্তাপে অত্যধিক প্রসারিত হইয়া থাকে। এতদ্ব্যতীত সমবায়ুচাপে বায়বীয় পদার্থ মাত্রেই সমতাপ-মাত্রায় সমহারে প্রসারিত হয়, সাধারণতঃ এই প্রাকৃতিক নিয়মের ব্যতিক্রম ঘটিতে দেখা যায় না; কিন্তু কঠিন ও তরল পদার্থ সমতাপ-মাত্রায় সমহারে প্রসারিত হয় না। একই তাপ-মাত্রায় কাচ অপেক্ষা লৌহ, লৌহ অপেক্ষা রৌপ্য, রৌপ্য অপেক্ষা রঙ্গ, রঙ্গ অপেক্ষা সীস এবং সীস অপেক্ষা দস্তা অধিকতর প্রসারিত হয়। এইরূপে পারদ, জল, সুরা-সার, তৈল প্রভৃতি তরল পদার্থদিগের মধ্যেও সমতাপ-মাত্রায় প্রসারণের ন্যূনাধিক্য পরিলক্ষিত হয়, কিন্তু সমবায়ুচাপে অক্সিজেন্, নাইট্রোজেন্, হাইড্রোজেন্ প্রভৃতি বিভিন্ন বায়বীয় পদার্থদিগের মধ্যে সম-তাপ-মাত্রায় প্রসারণের প্রভেদ লক্ষিত হয় না। সমতাপ-মাত্রায় বায়বীয় পদার্থের প্রসারণ জলের প্রসারণ অপেক্ষা ২৩ গুণ অধিক।

২৭৩ ঘনায়তন (Volume) বিশিষ্ট যে কোন বায়বীয় পদার্থ সহজ বায়ুচাপে ১ ডিগ্রী সেন্টিগ্রেডে উত্তপ্ত হইলে প্রসারিত হইয়া ২৭৪ ঘনায়তন প্রাপ্ত হয় অর্থাৎ মোটের উপর এক ঘনায়তন বৃদ্ধি হয়। এই নিয়মানুসারে যে কোন ঘনায়তন-বিশিষ্ট বায়বীয় পদার্থ এক ডিগ্রী সেন্টিগ্রেড্ তাপ-মাত্রায় উত্তপ্ত হইলে উহার ঘনায়তনের $\frac{১}{২৭৩}$ গুণ বৃদ্ধি সাধিত হয়। এইরূপে ২৭৩ ঘনায়তন অক্সিজেন্ ২০°Cএ উত্তপ্ত হইলে ২৭৩+২০=২৯৩ ঘনায়তন প্রাপ্ত হয়। পুনশ্চ তাপ-মাত্রার হ্রাস হইলে বায়বীয় পদার্থ উপরিউক্ত নির্দ্দিষ্ট হারে সঙ্কুচিত হয় অর্থাৎ প্রতি ডিগ্রীতে ঘনায়তনের $\frac{১}{২৭৩}$ গুণ হ্রাস হইয়া থাকে। এই অঙ্ককে ($\frac{১}{২৭৩}$) ইংরাজীতে বায়বীয় পদার্থের Coefficient of Expansion কহে। তাপ-মাত্রা ভেদে বায়বীয় পদার্থের ঘনায়তনের পরিবর্ত্তন আমরা গণনা দ্বারা নির্ণয় করিতে পারি; যথা—

১ম উদাহরণ। মনে কর আমরা ১ লিটার্ হাইড্রোজেন্ লইয়াছি এবং তাপমান

দ্বারা পরীক্ষা করিয়া দেখিলাম যে উহার তাপ-মাত্রা O°C। আমরা উহাতে উত্তাপ প্রয়োগ করাতে উহার তাপ-মাত্রা ১০C হইল; এখন হাইড্রোজেনের ঘনায়তন কত হইবে?

আমরা জানি যে, ২৭৩ ঘনায়তন-বিশিষ্ট যে কোন গ্যাস্ ১°C তাপ-মাত্রার আধিক্যে ২৭৪ ঘনায়তন হয়, সুতরাং উহা ১০°C তাপ-মাত্রার আধিক্যে ২৭৩+১০=২৮৩ ঘনায়তন হইবে। ১ লিটার্=১০০০ cc(কিউবিক্ সেণ্টিমিটার্)। অতএব যদি ২৭৩ ঘনায়তন ১০°Cএ ২৮৩ ঘনায়তন হয়, তাহা হইলে ১০০০ cc, ১০°Cএ কত হইবে? ২৭৩ : ২৮৩ :: ১০০০ : ক ∴ $\frac{২৮৩ \times ১০০০}{২৭৩}$ =১০৩৬·৬ cc; সুতরাং ১০°C তাপ-মাত্রার আধিক্যে ১০০০ cc অর্থাৎ ১ লিটার্ হাইড্রোজেনের ঘনায়তন ১০৩৬·৬ cc হইবে।

২য় উদাহরণ। যদি ১০°C তাপ মাত্রায় কোন গ্যাসের ঘনায়তন ১০০০ cc হয়, তাহা হইলে উক্ত গ্যাস্ O°Cএ শীতল হইলে উহার ঘনায়তন কত হইবে? ২৭৩+১০=২৮৩ সুতরাং ২৮৩ : ২৭৩ :: ১০০০ : ক ∴ $\frac{২৭৩ \times ১০০০}{২৮৩}$ =৯৬৪·৬ cc; সুতরাং ১০°C হইতে O°তে শীতল হইলে ১০০০ cc হাইড্রোজেন্ ৯৬৪·৬ cc হইবে।

করুণাময় পরমেশ্বর আমাদিগের মঙ্গলের জন্য প্রাকৃতিক জগতে যে সকল সুনিয়ম প্রবর্ত্তন করিয়াছেন, তন্মধ্যে তাপ-সংযোগে বায়বীয় পদার্থের প্রসারণ একটী প্রধান। আমরা শ্বাস-ক্রিয়া দ্বারা জীবনধারণ করি; বাহিরের বিশুদ্ধ বায়ু নিশ্বাসরূপে গৃহীত এবং শরীরাভ্যন্তরস্থ বিষাক্ত বায়ু প্রশ্বাসরূপে পরিত্যক্ত হয়। এই প্রশ্বাস-বায়ু এতদূর দূষিত যে, উহা বারম্বার নিশ্বাসরূপে গৃহীত হইলে বিষের ন্যায় কার্য্য করিয়া প্রাণ নষ্ট করে। প্রশ্বাস-বায়ু ঈষদুষ্ণ, ইহা সকলেই পরীক্ষা করিয়া দেখিয়াছেন। উষ্ণতা হেতু ইহা বাহিরের শীতল বায়ু অপেক্ষা অধিক প্রসারিত, সুতরাং অধিকতর লঘু—এজন্য ইহা সহজেই ঊর্দ্ধে উঠিয়া যায় এবং অপেক্ষাকৃত শীতল ও বিশুদ্ধ বায়ু চতুর্দ্দিক হইতে আসিয়া উহার স্থান অধিকার করে, সুতরাং আমরা সর্ব্বদা বিশুদ্ধ বায়ু নিশ্বাসরূপে গ্রহণ করিয়া জীবন ধারণ করিতে সক্ষম হই। এই কারণে দূষিত উষ্ণ প্রশ্বাস-বায়ু-নির্গমনের জন্য শয়নগৃহের দেওয়ালের উপরিভাগে কতকগুলি ছিদ্র রাখা আবশ্যক; এই সকল ছিদ্র দ্বারা উষ্ণ প্রশ্বাস-বায়ু সহজেই বহির্গত হইয়া যাইতে পারে। এরূপ সুন্দর প্রাকৃতিক নিয়ম থাকিতেও আমরা অজ্ঞতা হেতু বায়ু গমনাগমনের তাবৎ পথ রুদ্ধ করিয়া বহুজনে এক গৃহে বাস করি, এ কারণ সহজেই আমাদের শরীর বিষাক্ত বায়ু সেবনে রুগ্ন ও দুর্ব্বল হইয়া পড়ে। গ্রীষ্মকালের কথা দূরে থাকুক, শীতকালেও শয়নগৃহে বায়ু

সঞ্চালনের জন্য বায়ুপথগুলি উন্মুক্ত রাখা উচিত। কার্পাস বা পশম নির্ম্মিত গরম কাপড় দ্বারা শরীর উত্তমরূপে আবৃত করতঃ দরজা জানালা খুলিয়া শয়ন করিলে ঠাণ্ডা লাগিবার কোন সম্ভাবনা থাকে না। রোগীর গৃহের বায়ু-পথ সর্ব্বদা উন্মুক্ত রাখা উচিত; কিন্তু পাছে রোগীকে ঠাণ্ডা লাগে, এই ভয়ে অনেকে বায়ু-পথের ক্ষুদ্র ছিদ্র পর্য্যন্ত বস্ত্র খণ্ড দ্বারা রুদ্ধ করিয়া রোগ-বৃদ্ধির সহায়তা করেন।

সূর্য্য কিরণে ভূভাগ উত্তপ্ত হইলে তন্নিকটবর্ত্তী বায়ুরাশিও উত্তপ্ত এবং প্রসারিত হয়, সুতরাং উহা লঘুত্ব হেতু ঊর্দ্ধগামী হইলে উপরিস্থিত অপেক্ষাকৃত শীতল বায়ু গুরুভার হেতু নিম্নগামী হইয়া উক্ত স্থান অধিকার করে। এরূপ না হইলে আমাদিগের চতুর্দ্দিকস্থ বায়ুরাশি ক্রমশঃ এত অধিক পরিমাণে উত্তপ্ত হইত যে, আমরা কোন মতেই উহার মধ্যে বাস করিয়া জীবিত থাকিতে পারিতাম না। এই একই কারণে বায়ু একস্থান হইতে অন্য স্থানে সঞ্চারিত হইতেছে, উহা আমরা স্পর্শেন্দ্রিয় দ্বারা অনুভব করিয়া থাকি। বায়ুর সুখ-স্পর্শ মৃদু মন্দ আন্দোলন হইতে ভীষণ ঝটিকা পর্য্যন্ত এই একই নিয়মের অধীন। বহুজনপদ-ব্যাপী বিস্তৃত বায়ুরাশি অত্যুষ্ণ হইলে অতি দ্রুত ঊর্দ্ধগামী হয় এবং চতুর্দ্দিক হইতে অপেক্ষাকৃত শীতল বায়ুরাশি প্রচণ্ড বেগে প্রবাহিত হইয়া তৎক্ষণাৎ তাহার স্থান অধিকার করে; এইরূপে বায়ুরাশির দ্রুতগতি ও পরস্পর সংঘর্ষণে প্রবল ঝটিকা উৎপন্ন হয়।

সূর্য্যের উত্তাপে সমুদ্রের জল শোষিত হইয়া বাষ্পরূপে ঊর্দ্ধে উত্থিত হয় এবং উপরিস্থিত শীতল বায়ুসংস্পর্শে ঘনীভূত হইলে মেঘের উৎপত্তি হয়। মেঘ প্রথমে সমুদ্রের ঊর্দ্ধভাগে আকাশে অবস্থিতি করে। যদি বায়ু না বহমান হইত, তাহা হইলে মেঘ হইতে জল সমুদ্রেই নিপতিত হইত—পৃথিবীর অধিকাংশ স্থল জল ব্যতিরেকে মরুভূমির ন্যায় শুষ্ক থাকিত, সুতরাং উহা উদ্ভিদ ও প্রাণিগণের বাসের সম্পূর্ণ অনুপযোগী হইত। কিন্তু বায়ু চতুর্দ্দিকে সঞ্চরণ করে বলিয়া মেঘ সমুদ্রের উপরিভাগ হইতে ভূভাগের নানাস্থানে পরিচালিত হয় এবং বর্ষণ দ্বারা ধরাকে শস্যশালিনী ও জীবগণের বাসোপযোগী করে।

২। পদার্থের অবস্থান্তর প্রাপ্তি।

পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে যে, তাপসংযোগে পদার্থ মাত্রেই প্রসারিত

হয়। ইহাও উল্লিখিত হইয়াছে যে, প্রত্যেক পদার্থের অণুসমষ্টির পরস্পরের মধ্যে একটী স্বাভাবিক আকর্ষণীশক্তি আছে এবং এই শক্তি দ্বারা উহারা পরস্পর নিকটস্থ হইয়া অবস্থিতি করে। তাপপ্রয়োগে এই আকর্ষণীশক্তি হীনবল হইয়া পড়ে, সুতরাং অণু সকল পরস্পর হইতে পৃথক্ হইয়া পদার্থের প্রসারণ অর্থাৎ ঘনায়তন বৃদ্ধি করে। পদার্থ প্রসারিত হইলে উহার ঘনত্বের হ্রাস হয়। এইরূপে তাপ সংযোগে ঘনত্বের হ্রাস হইলে কঠিন পদার্থ, তরল বা বায়বীয় অবস্থা প্রাপ্ত হইয়া থাকে। অপরন্তু তাপ অপসৃত হইলে অণুগুলি পরস্পরের সান্নিধ্যলাভ করে, সুতরাং সঙ্কোচন হেতু বায়বীয় পদার্থ প্রথমতঃ তরল, পরে কঠিন অবস্থা প্রাপ্ত হয়। অত্যধিক তাপসংযোগে অধিকাংশ কঠিন পদার্থকেই বায়বীয় আকারে এবং তাপ অধিক পরিমাণে অপসারিত করিলেই বায়বীয় পদার্থকে তরল বা কঠিন অবস্থায় পরিণত করা যাইতে পারে।

দ্রবণ (Fusion)—কতকগুলি কঠিন পদার্থ তাপসংযোগে তরলত্ব প্রাপ্ত হয় না। কাগজ, কাষ্ঠ প্রভৃতি পদার্থ তাপসংযোগে দগ্ধ হইয়া বিশ্লিষ্ট ও ভস্মীভূত হইয়া যায়।

প্রত্যেক বিশুদ্ধ পদার্থই একটী নির্দ্দিষ্ট তাপ-মাত্রায় দ্রব হইতে আরম্ভ হয়। পদার্থ-ভেদে দ্রবণের তাপ-মাত্রা (দ্রবণাঙ্ক—Melting point) ভিন্ন ভিন্ন হইয়া থাকে। মোম ৬১°C তাপ-মাত্রায় দ্রব হইতে আরম্ভ হয়; স্বর্ণ ১১০০°C তাপ-মাত্রায় গলিয়া যায়। এইরূপে দ্রবণের নির্দ্দিষ্ট তাপ-মাত্রা নির্ণয় করিয়া মোম, ঘৃত প্রভৃতি পদার্থ বিশুদ্ধ কি না, জানিতে পারা যায়। পদার্থ বিশুদ্ধ না হইলে অর্থাৎ অন্য কোন পদার্থ উহার সহিত মিশ্রিত থাকিলে দ্রবণের এই নির্দ্দিষ্ট তাপ-মাত্রার ব্যতিক্রম লক্ষিত হয়; সাধারণতঃ এরূপ অবস্থায় পদার্থটী অপেক্ষাকৃত অল্প তাপ-মাত্রায় দ্রব হয়।

প্রচ্ছন্ন তাপ (Latent heat)—উত্তাপ যতই অধিক হউক না কেন, কোন বস্তু যে তাপ-মাত্রায় দ্রব হইতে আরম্ভ হয়, উহা সম্পূর্ণরূপে দ্রব না হইলে উক্ত তাপ-মাত্রার বৃদ্ধি হয় না। বরফের তাপ-মাত্রা 0°C; এক খণ্ড বরফ অগ্নি সন্নিধানে রাখিয়া দিলে [illegible]ও উত্তাপের আধিক্য হেতু উহা শীঘ্র শীঘ্র গলিতে থাকে বটে, কিন্তু তাপমান [illegible]রা পরীক্ষা করিলে দেখা যায় যে,

যতক্ষণ বরফ গলিতে থাকিবে, ততক্ষণ উহার তাপ-মাত্রা পূর্ব্ববৎ 0°C রহিয়াছে। সমস্ত বরফ গলিয়া জল হইয়া গেলে পর উহাতে যত অধিক তাপ সংক্রামিত হয়, ততই উহার তাপ-মাত্রা বর্দ্ধিত হইতে থাকে।

পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে যে, তাপসংযোগেই পদার্থ তরলত্ব প্রাপ্ত হয়। এক্ষণে স্বভাবতঃই প্রশ্ন হইতে পারে যে, কঠিন বরফ দ্রব হইয়া জল অর্থাৎ তরল ববস্থা প্রাপ্ত হইতে তাপের প্রয়োজন হয় কি না? এ স্থলে ব্যক্তব্য এই যে, বরফ তরল অবস্থায় (জলে) পরিণত হইতে অবশ্যই তাপের প্রয়োজন হয়, কিন্তু সেই তাপ তাপমান দ্বারা নির্ণয় করিতে পারা যায় না। বরফকে কেবল তরল অবস্থায় রাখিবার জন্যই সেই তাপের প্রয়োজন হয় এবং উহা প্রচ্ছন্নভাবে জলের মধ্যে অবস্থিতি করে। এই তাপকে জলের প্রচ্ছন্ন-তাপ (Latent heat) কহে, কারণ ইহাকে তাপ-মান দ্বারা পরিমাণ করিতে পারা যায় না। তাপমান দ্বারা পরিমেয় তাপ প্রকাশ্যতাপ (Sensible heat) বলিয়া অভিহিত হয়, ইহা ইতিপূর্ব্বেই উল্লিখিত হইয়াছে।

কঠিন পদার্থ তরল হইবার সময় তাপ প্রচ্ছন্ন হইয়া শৈত্য উৎপাদন করে, সুতরাং অপর কোন পদার্থ উহার সংস্পর্শে থাকিলে তাপহরণ হেতু শীতল হইয়া পড়ে। একটী তরল পদার্থ (জল) ও উহাতে দ্রবণীয় কোন কঠিন পদার্থ (নিসাদল) একত্রিত হইলে নিসাদল জলে দ্রব হইবার সময়ে এত তাপ হরণ করে যে, জল ও আধার পাত্র অত্যন্ত শীতল হইয়া পড়ে। এই জন্য অপর একটী পাত্রে পানীয় জল বা সরবত রাখিয়া উহা ঐ নিসাদলের জলে ডুবাইলে শীঘ্রই অতি শীতল হইয়া পড়ে। পূর্ব্বে এদেশে যখন বরফের আমদানি ছিল না, তখন গ্রীষ্মকালে পানীয় দ্রব্যকে এইরূপে শীতল করা হইত।

৩। তাপ পরিচালন (Conduction of heat)।

একটী লৌহনির্ম্মিত দণ্ডের একপ্রান্ত দীপশিখার মধ্যে ধারণ করিলে উহার অপর প্রান্ত শীঘ্র উত্তপ্ত হইয়া উঠে, কিন্তু একখণ্ড কাঠের এক প্রান্ত অগ্নিসংযুক্ত হইয়া দগ্ধ হইতে থাকিলেও অপরপ্রান্ত শীঘ্র উত্তপ্ত হয় না। ইহার কারণ এই যে কতকগুলি পদার্থে তাপ যেরূপ সহজে এক স্থান হইতে অপর স্থানে পরিচালিত হইতে পারে, অপর কতকগুলি পদার্থে সেরূপ

হয় না। যে সকল পদার্থে তাপ সহজে এক স্থান হইতে অপর স্থানে পরিচালিত হয়, তাহদিগকে তাপ-পরিচালক পদার্থ (Conductors of heat) কহে। ধাতুনির্ম্মিত পদার্থ মাত্রেই উত্তম তাপ-পরিচালক, কিন্তু সকল ধাতু অপেক্ষা রৌপ্য ও তাম্র উৎকৃষ্ট তাপ-পরিচালক। কাষ্ঠ, কাচ, লাক্ষা প্রভৃতি পদার্থে তাপ যে স্থানে উৎপন্ন হয়, প্রায় সেই স্থানেই সীমাবদ্ধ হইয়া থাকে; এজন্য উহাদিগকে তাপ-অপরিচালক পদার্থ কহে।

তরল পদার্থ সম্বন্ধে তাপের পরিচালন-ক্রিয়া অন্যরূপ। যে কোন তরল পদার্থে (জল) উত্তাপ প্রয়োগ করিলে কঠিন পদার্থের ন্যায় তাপ এক অণু হইতে অন্য অণুতে সংক্রামিত হয়না। তরল পদার্থের যে অংশ উত্তপ্ত হয়, প্রসারণ হেতু উহা লঘু হইয়া উপরে উঠিয়া যায় এবং উপরিস্থিত শীতলাংশ গুরুভার হেতু নীচে নামিয়া যায়। ক্রমান্বয়ে এইরূপ উঠা-নামা করিয়া সমস্ত পদার্থ অবশেষে একটী নির্দ্দিষ্ট তাপমাত্রা প্রাপ্ত হইয়া ফুটিতে থাকে। এই প্রক্রিয়াকে ইংরাজীতে Convection of heat কহে।

৪। তাপ বিকিরণ (Radiation)।

আমরা প্রজ্বলিত অগ্নি বা অপর কোন উত্তপ্ত পদার্থের নিকট দণ্ডায়মান হইলে অথবা রৌদ্রে দাঁড়াইলে তাপ অনুভব করি, কিন্তু অগ্নি বা রৌদ্র অথবা উত্তপ্ত দ্রব্য এবং আমাদের শরীরের মধ্যে একটী কাষ্ঠ বা কাপড়ের পর্দ্দা বা আচ্ছাদন ব্যবধান থাকিলে আমরা তাপ সবিশেষ উপলব্ধি করি না। উত্তপ্ত পদার্থ হইতে এঁকপ্রকার রশ্মি নির্গত হইয়া বায়ু ভেদ করতঃ আমাদের শরীরে সংক্রামিত হয় এবং উহার তাপ-মাত্রা বৃদ্ধি করে; এই রশ্মিকে তাপ-রশ্মি (Heat rays) কহে। বায়ুর মধ্য দিয়া তাপ-রশ্মি গমন করিলেও বায়ুর তাপ-মাত্রার বৃদ্ধি হয় না অর্থাৎ বায়ু উত্তপ্ত হয় না। উত্তপ্ত বস্তু ও আমাদিগের মধ্যে একটী পর্দ্দা ব্যবধান থাকিলে তাপ-রশ্মি উহা ভেদ করিয়া আমাদিগের শরীরে পতিত হইতে পারে না, সুতরাং এরূপ স্থলে আমরা তাপ অনুভব করি না। বায়ু যদি উত্তপ্ত হইত, তাহা হইলে পর্দ্দা দ্বারা উত্তপ্ত পদার্থ হইতে তাপ-রশ্মির আগমন অবরুদ্ধ হইলেও আমরা কিয়ৎপরিমাণ উত্তাপ অনুভব করিতাম।

তাপ-রশ্মি স্বয়ং উষ্ণ নহে, কেবল কোন পদার্থে সংক্রামিত হইলে উহার তাপ-মাত্রা বৃদ্ধি করে। উত্তপ্ত পদার্থ হইতে কোন্ কোন্ দিকে তাপ বিকিরিত হইতেছে, তাপ-রশ্মি ইহাই নির্দ্দেশ করে কিন্তু উহা পদার্থে সংক্রামিত না হইলে তাপ উৎপাদন করে না।

উত্তপ্ত পদার্থ হইতে তাপ-রশ্মি সরল রেখায় (Straight line) চতুর্দ্দিকে বিকিরিত হয় এবং উহা বায়ুপূর্ণ বা বায়ুশূন্য স্থান দিয়া গমনাগমন করিতে পারে। উত্তপ্ত পদার্থের তাপ-মাত্রা যত অধিক হয় এবং উহা যত আমাদিগের সন্নিকটে থাকে, ততই আমরা তাপের আধিক্য অনুভব করি। উহা হইতে যত অধিক দূরে গমন করা যায়, ততই তাপের অনুভব মন্দীভূত হইয়া আইসে।

উত্তপ্ত বা শীতল, সকল বস্তু হইতেই এইরূপে তাপ বিকিরিত হয়। এমন কোন শীতল বস্তুই নাই, যাহার তাপ নাই এবং যাহা হইতে তাপ বিকিরিত হয় না। বরফেরও উত্তাপ আছে এবং বরফ অপেক্ষা শীতল পদার্থ বরফের সন্নিকটে থাকিলে উহা বরফ হইতে তাপ-রশ্মি গ্রহণ করে। একটী উত্তপ্ত বস্তু কোন শীতল বস্তুর নিকটে থাকিলে, তাপ বিকিরিত হইয়া কিয়ৎক্ষণ পরে উভয়ের তাপ-মাত্রা সমান হইয়া যায়। এইরূপে গৃহমধ্যে বিভিন্ন তাপ-মাত্রায় বিবিধ বস্তু থাকিলেও তাপ-রশ্মির আদান-প্রদান (Interchange) হেতু সকল গুলির তাপ-মাত্রা ক্রমশঃ সমান হইয়া পড়ে, কিন্তু তখনও পরস্পর হইতে তাপ-রশ্মির বিকিরণ স্থগিত হয় না। পদার্থগুলির তাপ-মাত্রা সমান বলিয়া দান ও প্রতিগ্রহণ একরূপই হইয়া থাকে সুতরাং উহাদের তাপ-মাত্রার বিভিন্নতা লক্ষিত হয় না। গৃহমধ্যে পদার্থের অবস্থানভেদে উহাদিগের তাপ মাত্রার কিঞ্চিৎ বৈলক্ষণ্য দৃষ্টিগোচর হয়।

৫। তাপ প্রতিফলন, শোষণ ও নিষ্ক্রমন (Reflection, absorption and emission of heat)।

এক পদার্থ হইতে অন্য পদার্থে তাপ-রশ্মি নিপতিত হইলে উহার কিয়দংশ ঐ পদার্থ দ্বারা শোষিত হয় ও অবশিষ্টাংশ প্রতিফলিত হয়। শোষিত অংশ পদার্থের অভ্যন্তরে প্রবিষ্ট হইয়া উহার তাপ-মাত্রার বৃদ্ধি সম্পাদন করে। একটী রবরের গোলা ভূমিতে সজোরে নিক্ষেপ করিলে উহা যেমন লাফাইয়া উঠে অর্থাৎ প্রতিহত হয়, সেইরূপ তাপ-রশ্মি পদার্থের উপরিভাগে নিপতিত

হইবামাত্র উহার কিয়দংশ দূরে নিক্ষিপ্ত হয়, এইরূপে প্রতিহত তাপ-রশ্মিকে প্রতিফলিত তাপ-রশ্মি (Reflected ray) কহে। যে তাপ-রশ্মি পদার্থের উপর পতিত হয়, তাহাকে আপতিত তাপরশ্মি (Incident ray) কহে।

পদার্থভেদে তাপ-রশ্মি অল্প বা অধিক পরিমাণে শোষিত বা প্রতিফলিত হয়। ভূষা ও জল অত্যধিক পরিমাণে তাপ-রশ্মি শোষণ করে। তাপ-রশ্মি এই দুই পদার্থের উপর নিপতিত হইলে সমস্তই শোষিত হয়, কিছুমাত্র প্রতিফলিত হয় না। অপরন্তু ধাতুনির্ম্মিত উজ্জ্বল পদার্থের উপর তাপ-রশ্মি পতিত হইলে উহা সামান্য মাত্র শোষিত হয়, অধিকাংশই প্রতিফলিত হইয়া থাকে। পিত্তল সর্ব্বাপেক্ষা অধিক তাপ-রশ্মি প্রতিফলিত করে।

কৃষ্ণবর্ণ পদার্থ মাত্রেই অধিক পরিমাণে তাপ শোষণ করে এবং শুক্ল পদার্থ দ্বারা অধিকাংশ তাপই প্রতিফলিত হইয়া থাকে। এজন্য গ্রীষ্মকালে কৃষ্ণবর্ণ পরিচ্ছদ পরিধান করা উচিত নহে ; এ সময়ে শুভ্রবর্ণ পরিচ্ছদ পরিধান করিলে প্রতিফলনহেতু বস্ত্রাদি অধিক গরম হয় না, সুতরাং শরীর স্নিগ্ধ থাকে।

উজ্জ্বল ও মসৃণ ধাতুনির্ম্মিত পাত্র অল্প পরিমাণে তাপ শোষণ করে বলিয়া উহা রন্ধনের উপযোগী নহে ; এরূপ পাত্রে রন্ধন করিলে অধিক কাঠ বা কয়লা ব্যয় হয়। অমসৃণ ও কৃষ্ণবর্ণ পাত্র রন্ধনের পক্ষে উপযোগী ; মৃত্তিকানির্ম্মিত পাত্র অথবা ধাতু-নির্ম্মিত পাত্রে মৃত্তিকার প্রলেপ দিয়া রন্ধনের জন্য ব্যবহার করা উচিত। যে সকল পদার্থ তাপ-রশ্মি অধিক শোষণ করে, তাহারাই অধিক পরিমাণ তাপ অন্য পদার্থে প্রদান করে। ভূষা ও জল যেমন অধিক তাপ শোষণ করে, তেমনই তাপ অন্য পদার্থ অপেক্ষা অধিক পরিমাণে এই দুই পদার্থ হইতে নির্গত হইয়া যায়।

৬। তাপের উৎপত্তি স্থল (Sources of heat)।

(১) **সূর্য্য**—সূর্য্য তাপের প্রধান উৎপত্তি-স্থল। সূর্য্য নিজে স্ব-প্রকাশ ও তেজোময় পদার্থ। ইহা দ্বারা পৃথিবীর উপরিভাগ ও সমগ্র পদার্থ উত্তপ্ত হয় কিন্তু সূর্য্যরশ্মি বায়ু মধ্য দিয়া গমন করিলেও বায়ু উত্তপ্ত হয় না। সূর্য্যের উত্তাপ ভূ-গর্ভের মধ্যে অধিক দূর পর্য্যন্ত প্রবেশ করিতে পারে না। সূর্য্য না থাকিলে জীব বা উদ্ভিদগণ প্রাণধারণ করিতে পারিত না।

(২) **ভূ-গর্ভ-নিহিত তাপ**—ভূ-গর্ভ মধ্যে যে প্রচণ্ড উত্তাপ সঞ্চিত রহিয়াছে, তাহা হইতেও আমরা তাপ প্রাপ্ত হই। পৃথিবীর উপরিভাগ হইতে প্রায় ৬০ হাত পর্য্যন্ত নিম্নে খনন করিলে উত্তাপ ক্রমশঃ মন্দীভূত হয় ও শীতলতা অনুভূত হইতে থাকে। ইহার নিম্নে সূর্য্য-তাপ প্রবেশ করিতে পারে না। এই স্থানের তাপ-মাত্রা সর্ব্বদা একরূপ থাকে; ইংরাজীতে এই স্থানকে Layer of constant temperature কহে। ইহার নিম্নে যতই খনন করা যায়, ক্রমশঃ ততই তাপের আধিক্য দৃষ্ট হয়। ৬০০০ হাত নিম্নে ভূ-গর্ভের তাপ-মাত্রা ১০০ °C অর্থাৎ সে স্থল এত উত্তপ্ত যে, সে স্থানে জল লইয়া গেলে উহা ফুটিতে থাকে। ২০ বা ৩০ মাইল নীচে ভূ-গর্ভের তাপ এত অধিক যে, প্রস্তর, ধাতু প্রভৃতি কঠিন পদার্থও সে স্থলে তরলাবস্থা প্রাপ্ত হইয়া অবস্থিতি করে। আগ্নেয়-গিরি হইতে যে দ্রবীভূত ধাতু বা প্রস্তরের স্রোত নির্গত হয়, ভূ-গর্ভস্থ প্রচণ্ড তাপ-প্রভাবেই তাহা সংসাধিত হইয়া থাকে। ভূ-গর্ভ-নিহিত তাপই উষ্ণ-প্রস্রবণের উৎপত্তির কারণ।

(৩) **ঘর্ষণ** (Friction)—দুইটী পদার্থের পরস্পর সংঘর্ষণেও তাপের উৎপত্তি হয়। গাড়ী চলিলে চক্রের লৌহবেড় প্রস্তরময় পথের সহিত ঘর্ষণে উত্তপ্ত হয়। ওলাউঠা রোগে শরীর হিম হইলে সুঁটের গুঁড়া দ্বারা গাত্র ঘর্ষণ করিলে উত্তাপ উৎপন্ন হয়। প্রাচীনকালে কাষ্ঠে কাষ্ঠে ঘর্ষণ করিয়া তাপ ও আলোক উৎপাদন করা হইত। হাতে হাতে ঘর্ষণ করিলেও তাপ সমুদ্ভূত হইয়া থাকে।

৫ম পরীক্ষা—একখানি স্প্যাচুলা (Spatula) বালিতে ঘর্ষণ করিয়া স্পর্শ কর, উত্তাপ অনুভূত হইবে। এক্ষণে উহা দ্বারা এক খণ্ড ফস্‌ফরস্ (Phosphorus) নামক এক অতি সহজ-দাহ্য পদার্থ স্পর্শ কর; ফস্‌ফরস্ তৎক্ষণাৎ জ্বলিয়া উঠিবে।

(৪) **ঘাত** (Percussion)—একটী পদার্থ অপর আঘাতিত হইলে তাপ উৎপন্ন হয়।

৬ষ্ঠ পরীক্ষা।—কোন একটী লৌহময় পদার্থে বারংবার হাতুড়ির আঘাত করিলে উহা উত্তপ্ত হয়। পরে তদ্দ্বারা একখণ্ড ফস্‌ফরস্ স্পর্শ করিলে উহা তৎক্ষণাৎ জ্বলিয়া উঠিবে।

(৫) **চাপ** (Pressure)—চাপ দ্বারাও তাপের উৎপত্তি হইয়া থাকে।

৭ম পরীক্ষা।—একটী নিম্নমুখবদ্ধ পুরু কাচের পিচ্‌কারির মধ্যস্থিত দণ্ডের (Piston)

প্রান্তভাগে অল্প পরিমাণে গন্‌কটন্ (Gun cotton) জড়াইয়া দণ্ডটী যথাস্থানে সন্নিবেশিত করিয়া সজোরে নিম্নদিকে ঠেলিয়া দিলে পিচ্‌কারির অভ্যন্তরস্থ বায়ুর পেষণ হেতু এত তাপ উদ্ভূত হয় যে, গন্‌কটন্ তৎক্ষণাৎ জ্বলিয়া উঠে। এই পিচকারিকে ইংরাজীতে ফায়ার্ সিরিঞ্জ্ (Fire Syringe) কহে।

(৬) **রাসায়নিক সম্মিলন** (Chemical combination)—রাসায়নিক সম্মিলন তাপোৎপত্তির একটী প্রধান কারণ। যখনই দুই বা ততোধিক পদার্থের মধ্যে রাসায়নিক সম্মিলন উপস্থিত হয়, তখনই অল্প বা অধিক তাপ সমুদ্ভূত হইয়া থাকে; অধিকন্তু সময়ে সময়ে আলোকও উৎপন্ন হয়। একখণ্ড লৌহ আদ্র্র স্থানে রাখিলে উহার সহিত বায়ুস্থিত অক্সিজেনের রাসায়নিক সম্মিলন উপস্থিত হইয়া মড়িচা (Rust) উৎপন্ন হয়; কিন্তু এস্থলে রাসায়নিক সম্মিলন এত মৃদুভাবে ঘটিয়া থাকে যে, তদুদ্ভূত তাপ আমরা সহজে অনুভব করিতে পারি না। কিন্তু পাইরোফোরস্ আয়রণ্ (Pyrophorous iron) নামক প্রক্রিয়াবিশেষে প্রস্তুত একপ্রকার বিশুদ্ধ লৌহ-চূর্ণ বায়ুস্পর্শ মাত্রেই অক্সিজেনের সহিত এরূপ সতেজে মিলিত হয় যে, তাহা হইতে কেবল উত্তাপ নহে, অগ্নিস্ফুলিঙ্গ (আলোক) পর্য্যন্ত নির্গত হইয়া থাকে। এজন্য এই পদার্থ সর্ব্বদা দুই মুখ বদ্ধ বায়ুশূন্য কাচ-নলের মধ্যে রক্ষিত হয়। পরীক্ষার সময় ঐ নলের এক মুখ ভাঙ্গিয়া বায়ুমধ্যে উক্ত চূর্ণ নিক্ষেপ করিলে উহা অগ্নিময় দেখায়।

উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ (Concentrated Sulphuric Acid) জলের সহিত মিশ্রিত হইলে সমধিক উত্তাপ উদ্ভূত হয়।

৮ম পরীক্ষা।—একটী কাচের পরীক্ষা-নলে (Test tube) উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ রাখিয়া তন্মধ্যে জল ঢালিয়া দিলেই উহা ফুটিয়া উঠে এবং এত অধিক তাপ উৎপাদন করে যে, পরীক্ষা-নলটি ক্ষণকাল মধ্যে সাতিশয় উষ্ণ হইয়া উঠে। এক্ষণে ইহার মধ্যে কিঞ্চিৎ ঈথর্ (Ether) ঢালিয়া দিলে উহা ফুটিতে থাকিবে।

কাঠ বা পাতুরে কয়লা পুড়িলে যে তাপ উদ্ভূত হয়, তাহাও রাসায়নিক সম্মিলনের ফল মাত্র। কাঠ বা কয়লার মধ্যে কার্ব্বন্ ও হাইড্রোজেন্ থাকে; দগ্ধ হইবার সময় উহারা বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া যথাক্রমে কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস ও জল উৎপাদন করে। এই রাসায়নিক সম্মিলনের ফলস্বরূপ উত্তাপ ও আলোক উৎপন্ন হয়।

বাথারি বা পাতুরে চূণ (Quick lime) জলের সহিত মিশ্রিত হইলে এত অধিক উত্তাপ সমুদ্ভূত হয় যে, জল সশব্দে ফুটিতে থাকে। চূণ (Calcium Oxide) ও জল এতদুভয়ের মধ্যে রাসায়নিক সম্মিলন উপস্থিত হইয়া কলিচূণ (Slaked lime) প্রস্তুত হয় এবং তজ্জন্যই এত অধিক উত্তাপ উৎপন্ন হইয়া থাকে।

৯ম পরীক্ষা।—একটী পোর্সিলেন্ পাত্রে শুষ্ক পাতুরে চূণ রাখিয়া অল্প পরিমাণ জল ঢালিয়া দাও; কিয়ৎক্ষণ পরে উহা হইতে জল-বাষ্প নির্গত হইবে এবং জল ফুটিতে থাকিবে।

রাসায়নিক বিশ্লেষণে (Chemical decomposition) তাপ উৎপন্ন না হইয়া অপহৃত হয়। যৌগিক পদার্থ যে যে উপাদানে বিশ্লিষ্ট হয়, বিশ্লেষণের সময় তাহারাই তাপ অপহরণ করিয়া লয় এবং যখন তাহাদিগের পুনরায় রাসায়নিক মিলন উপস্থিত হয়; তখনই উক্ত অপহৃত তাপ পুনঃ প্রকাশমান হইয়া থাকে। যে স্থলে দুইটী যৌগিকের মধ্যে রাসায়নিক ক্রিয়া (Chemical action) উপস্থিত হইয়া প্রথমতঃ বিশ্লেষণ ও তৎপরে মিলন সংঘটিত হয়, সেই স্থলে তাপ প্রথমতঃ অপহৃত ও পরে পুনঃ প্রকাশিত হয়।

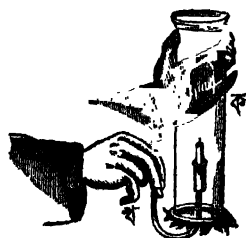
৭। দহন (Combustion)।

আমরা প্রতিনিয়ত দহনকার্য্যের ভূরি ভূরি দৃষ্টান্ত দেখিতে পাই। কাঠ, কয়লা প্রভৃতি পোড়াইয়া আমরা রন্ধনাদি কার্য্য সমাধা করিয়া থাকি এবং রাত্রিকালে কোল্ গ্যাস্, কেরোসিন্ তৈল, মোমবাতি প্রভৃতি জ্বালাইয়া আলোক উৎপাদন করতঃ সূর্য্যালোকের অভাব মোচন করি। ইতিপূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে যে, দুইটি পদার্থের মধ্যে রাসায়নিক সম্মিলন উপস্থিত হইলেই তাপ সমুদ্ভূত হয় এবং কাঠ বা কয়লা, গ্যাস্, বাতি বা তৈল পুড়িবার সময় বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত উহাদিগের উপাদানের রাসায়নিক সম্মিলন হয়, তাহারও উল্লেখ করা গিয়াছে। রাসায়নিক সম্মিলনে উৎপন্ন তাপ যখনই এত প্রবল হয় যে, তদ্দ্বারা মিলিত পদার্থ সকল জ্বলিয়া উঠে, তখনই আমরা উক্ত ক্রিয়াকে দহন বলিয়া থাকি।

এতদ্ব্যতিরেকে আলোক নিঃসৃত না হইলেও কখন কখন পদার্থের রাসায়নিক সম্মিলন দহন বলিয়া উক্ত হয়। এইরূপ দহন-ক্রিয়া আমাদিগের শরীরের মধ্যে নিরন্তর ঘটিতেছে। আমরা নিশ্বাসের সহিত যে অক্সিজেন্ গ্যাস্

গ্রহণ করি, তাহা শোণিতের সহিত মিশ্রিত হইয়া সমস্ত শরীরে সঞ্চারিত হয় এবং দেহাভ্যন্তরস্থ অঙ্গার ও হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া উক্ত দহন-কার্য্য সম্পাদন করে। এইরূপ দহন-ক্রিয়াকে আমরা মৃদুদহন (Slow combustion) কহিয়া থাকি।

দাহ্য ও দাহক পদার্থ—কাঠ, কয়লা, কোল্ গ্যাস্ প্রভৃতি যে সকল পদার্থ দগ্ধ হয়, তাহাদিগকে দাহ্য (Combustible) পদার্থ কহে এবং অক্সিজেন্ প্রভৃতি যে সকল পদার্থ দহন-ক্রিয়ার সহায়তা করে, তাহাদিগকে দাহক (Supporter of Combustion) কহে। কোন কোন পদার্থ স্থল-বিশেষে দাহ্য ও দাহক উভয়বিধ পদার্থের ক্রিয়া প্রদর্শন করে। অক্সিজেন্ এবং হাইড্রোজেন্ ইহার উত্তম দৃষ্টান্ত স্থল। হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ দাহ্য, ইহা জ্বালাইলে নিষ্প্রভ (Non-luminous) শিখা নিঃসৃত করিয়া জ্বলিতে থাকে কিন্তু দাহকের কার্য্য করে না অর্থাৎ কোন জ্বলন্ত পদার্থকে উক্ত গ্যাসের মধ্যে নিমজ্জিত করিলে উহা তৎক্ষণাৎ নির্ব্বাপিত হয়।

১০ম পরীক্ষা।—হাইড্রোজেন্-পূর্ণ বোতল (ক, ৬ষ্ঠ চিত্র) নিম্নমুখ করিয়া তন্মধ্যে একটি জ্বলন্ত বাতি (খ) প্রবেশ করাও; বাতিটী তৎক্ষণাৎ নিভিয়া যাইবে কিন্তু হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ বোতলের মুখে নিষ্প্রভ শিখা বিস্তার করিয়া জ্বলিতে থাকিবে।

৬ষ্ঠ চিত্র

অক্সিজেন্ গ্যাস্ দাহক অর্থাৎ কোন জ্বলন্ত পদার্থ উক্ত গ্যাসের মধ্যে প্রবেশ করাইলে প্রবল তেজের সহিত উহার দহন-ক্রিয়া সম্পাদিত হয়; কিন্তু ইহা দাহ্য নহে অর্থাৎ অগ্নি-সংযোগে জ্বলিয়া উঠে না।

১১শ পরীক্ষা।—অক্সিজেন্-পূর্ণ বোতলের মধ্যে একটী জ্বলন্ত বাতি প্রবেশ করাও; বাতিটী সতেজে জ্বলিতে থাকিবে কিন্তু অক্সিজেন্ জ্বলিবে না।

যদি হাইড্রোজেন্-পূর্ণ কোন কাচ পাত্রের মধ্যে একটী নল দ্বারা অক্সিজেন্ গ্যাস্ প্রবেশ করাইয়া উহাতে অগ্নি সংযোগ করা যায়, তাহা হইলে নলের মুখে অক্সিজেন্ গ্যাস্ জ্বলিতে থাকে। অতএব দেখা যাইতেছে যে, স্থলবিশেষে অক্সিজেন্ দাহ্য ও হাইড্রোজেন্ দাহকের ক্রিয়া প্রদর্শন করে।

স্ফোটন (Explosion)—কখন কখন দাহ্য ও দাহক উভয় পদার্থ

একত্র মিশ্রিত হইয়া অগ্নিসংযুক্ত হইলে অথবা আঘাত বা ঘর্ষণ প্রাপ্ত হইলে সশব্দে জ্বলিয়া মিলিত হয়। মিলনের সময় উত্তাপ অধিক পরিমাণে সমুদ্ভূত হইয়া উৎপন্ন গ্যাস্ সমূহের ঘনায়তনের (Volume) সহসা অত্যধিক বৃদ্ধি সাধন করে। বর্দ্ধিতায়তন বাষ্প সমূহ চতুঃপার্শ্বস্থিত বায়ুরাশির সহিত সংঘর্ষিত হইয়া প্রচণ্ড শব্দ উৎপাদন করে। এই প্রকার ক্রিয়াকে স্ফোটন কহে এবং যে সকল পদার্থের স্ফোটন হয়, তাহাদিগকে স্ফোটন-শীল (Explosive) পদার্থ কহে।

১২শ পরীক্ষা।—একটী সোডা ওয়াটারের বোতল ২ ঘনায়তন হাইড্রোজেন্ এবং ১ ঘনায়তন অক্সিজেন্ দ্বারা পূর্ণ করিয়া ছিপি বন্ধ কর; পরে ঐ বোতলটী তোয়ালে অথবা অন্য কোন মোটা কাপড় দ্বারা উত্তমরূপে জড়াইয়া ছিপি খুলিয়া উহার মুখ দীপশিখায় ধারণ কর; অগ্নি-সংযোগে বোতলস্থ দুইটী গ্যাস্ প্রচণ্ড শব্দে মিলিত হইয়া জল প্রস্তুত করিবে।

বারুদ স্ফোটন-শীল পদার্থের একটী উৎকৃষ্ট দৃষ্টান্ত। যদি বারুদকে কাগজ, মাটী অথবা বাঁশের খোলের মধ্যে পূরিয়া পলিতা দ্বারা অগ্নিসংযুক্ত করা যায়, তাহা হইলে বারুদের স্ফোটন হয় এবং ঐ খোলটী অনেক সময়ে চূর্ণ হইয়া যায়। বারুদের এইরূপ স্ফোটন হয় বলিয়াই বন্দুক বা কামান ছুড়িলে ভয়ঙ্কর শব্দ হইয়া থাকে এবং গুলি সতেজে দূরে নিক্ষিপ্ত হয়। এই কারণে পর্ব্বতখণ্ড বা কোন কঠিন গাঁথনি সহজে উৎপাটিত করিবার জন্য বারুদ ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

ডাইনামাইট্ (Dynamite) এক প্রকার স্ফোটন-শীল পদার্থ। নাইট্রো-গ্লিসেরিন্ নামক এক ভয়ঙ্কর স্ফোটন-শীল তরল পদার্থের সহিত কিসেল্‌গর্ নামক এক প্রকার মাটি মিশ্রিত করিয়া ইহা প্রস্তুত হইয়া থাকে। সামান্য আঘাতেই এই পদার্থের স্ফোটন উপস্থিত হয় কিন্তু অগ্নি সংযোগ করিলে স্ফোটন না হইয়া উহা শুদ্ধ জ্বলিয়া উঠে। এই পদার্থের স্ফোটন এরূপ ভয়ানক তেজস্কর যে, ইহা অল্প পরিমাণে ব্যবহৃত হইয়া কত বৃহৎ বৃহৎ অট্টালিকা একেবারে ভূমিসাৎ হইয়াছে।

অধুনা বারুদের পরিবর্ত্তে ইহা পর্ব্বতখণ্ড বা কঠিন গাঁথনি উৎপাটিত করিবার নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়।

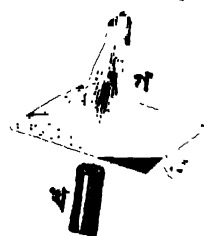
শিখা (Flame)—সূর্য্য দিবাভাগে সমস্ত পৃথিবীতে অত্যুজ্জ্বল আলোক

প্রদান করে। রাত্রিকালে তদভাবে আমরা দীপ জ্বালাইয়া কার্য্য করিতে সক্ষম হই। প্রজ্বলিত শিখা হইতে আলোক উৎপন্ন হয়। কেরোসিন্, মোমবাতি বা তৈলের প্রদীপ যাহাই জ্বলুক না কেন, উক্ত পদার্থ গ্যাসের আকারে দগ্ধ হইয়া জ্বলন্ত শিখা উৎপাদন করে এবং ঐ শিখা হইতেই আলোকের উৎপত্তি হয়। কোল্ গ্যাস্ (Coal gas) স্বভাবতঃ গ্যাসের আকারে থাকে বলিয়া জ্বলিবার সময় নিজরূপ পরিবর্ত্তন করে না, কিন্তু মোমবাতি, কেরোসিন্ বা অন্য তৈল জ্বলিবার সময় উত্তাপ-সংযোগে অগ্রে গ্যাস্‌রূপে পরিণত হয়, পরে অধিকতর তাপ-সংযোগে উহা জ্বলিয়া শিখা ও আলোক উৎপাদন করে।

প্রত্যেক গ্যাসের জ্বলিবার একটি স্বতন্ত্র তাপ-মাত্রা আছে, উহার ন্যূনে সেই গ্যাস্ কোন মতেই জ্বলিতে পারে না। কোল্ গ্যাস্, জ্বলিবার নির্দ্দিষ্ট তাপ-মাত্রা যাবৎ প্রাপ্ত না হয়, তাবৎ উহা কদাচ জ্বলে না। এই জন্য কোন কারণে জ্বলন্ত শিখার তাপ অপহৃত হইলে উহা নির্ব্বাপিত হয়। যদি আমরা সূক্ষ্ম ছিদ্রযুক্ত একখণ্ড লৌহনির্ম্মিত জাল কোল্ গ্যাসের জ্বলন্ত শিখার মধ্যে স্থাপন করি, তাহা হইলে লৌহ-জালের তাপ-পরিচালন-কার্য্য দ্বারা শিখার ঐ অংশের তাপ-মাত্রার হ্রাস হইবে; সুতরাং জালের উপরিস্থিত শিখা নির্ব্বাপিত হইয়া যাইবে।

১৩শ পরীক্ষা।—একটী জ্বলন্ত কোল্ গ্যাসের শিখার মধ্যস্থলে একখানি সূক্ষ্ম ছিদ্রযুক্ত লৌহ-তার-নির্ম্মিত জাল স্থাপন কর। জালের উপরিস্থিত শিখা নির্ব্বাপিত হইবে, কেবলমাত্র জালের নিম্নস্থ শিখা জ্বলিতে থাকিবে।

১৪শ পরীক্ষা।—নল (৭ম চিত্র, খ) হইতে নিঃসৃত কোল্ গ্যাসের মধ্যে একখানি লৌহ-তারের জাল (ক) স্থাপন করিয়া উপরে অগ্নি-সংযোগ করিলে জালের উপরিস্থিত গ্যাস্ (গ) জ্বলিতে থাকে, নিম্নস্থ গ্যাস্ জ্বলে না।

গ
খ

৭ম চিত্র।

অতএব এই পরীক্ষায় দেখা যাইতেছে যে, দাহ্য কোল্ গ্যাস্ যদিও সছিদ্র লৌহ-জালের উপরে (১৩শ পরীক্ষা) ও নীচে (১৪শ পরীক্ষা) অবস্থিতি করে, তথাপি উহা জ্বলে না। ইহার কারণ এই যে জ্বলন্ত শিখার যে স্থানে লৌহ-জাল সংলগ্ন হয়, লৌহ-জাল দ্বারা তাপ-পরিচালন-হেতু তাহার তাপ-মাত্রা এত

কমিয়া যায় যে, জালের মধ্য দিয়া যাইবার সময় শিখা নির্ব্বাপিত হয়, সুতরাং জালের উপরিস্থিত বা নিম্নস্থিত গ্যাস্ জ্বলিয়া উঠে না।

নিম্নলিখিত পরীক্ষা দ্বারাও উপরোক্ত তত্ত্ব সুচারুরূপে প্রমাণিত হইবে।

১৫শ পরীক্ষা।—একটী পাত্রে শোধিত সুরা (Rectified Spirit) রাখিয়া অগ্নি-সংযোগ করিলে উহা জ্বলিতে থাকে। এক্ষণে এই জ্বলন্ত সুরাকে যদি আমরা ভূমিতে নিক্ষেপ করি, তাহা হইলে উহা জ্বলিতে জ্বলিতে পড়িবে এবং ভূমিতে পড়িয়াও জ্বলিতে থাকিবে; কিন্তু একটী সূক্ষ্ম ছিদ্রযুক্ত লৌহ-তারের জালের ভিতর দিয়া জ্বলন্ত সুরা ঢালিলে শিখার তাপ অপহৃত হয় বলিয়া উহা পূর্ব্বোক্তরূপে জ্বলিতে জ্বলিতে পড়ে না এবং ভূমিতে পড়িয়াও জ্বলিবে না।

ডেভির আবিষ্কৃত দীপ—সুপ্রসিদ্ধ বৈজ্ঞানিক পণ্ডিত স্যার্ হম্ফ্রে ডেভি (Sir Humphrey Davy) উপরোক্ত সহজ তত্ত্ব অনুসরণ করিয়া এক যে স্বনাম-খ্যাত দীপ (Davy's Safety Lamp) নির্ম্মাণ করিয়াছেন, তাহা দ্বারা মানবজাতির যে কি অশেষ মঙ্গল সংসাধিত হইয়াছে, তাহার ইয়ত্তা করা যায় না। কয়লার খনির মধ্যে সময়ে সময়ে মার্শ্ গ্যাস্ (Marsh gas or firedamp) বহুল পরিমাণে উৎপন্ন হয় এবং বায়ুর সহিত মিশ্রিত হইলে একটি ভয়ঙ্কর স্ফোটন-শীল মিশ্র গ্যাসে পরিণত হইয়া তন্মধ্যে অবস্থিতি করে। শ্রমজীবিগণ কার্য্যোপলক্ষে খনির মধ্যে আলোক লইয়া গেলে ঐ মিশ্র গ্যাস্ অতর্কিতভাবে জ্বলিয়া উঠে এবং এইরূপে শত সহস্র লোক অকস্মাৎ প্রজ্বলিত অগ্নিমধ্যে অকালে কালগ্রাসে পতিত হয়। পুনশ্চ মার্শ্ গ্যাস্ বায়ুর সহিত মিশ্রিত হইয়া জ্বলিয়া উঠিলে কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ প্রস্তুত হয়, সুতরাং যে সকল লোক অগ্নি কাণ্ড হইতে বাঁচিয়া যায়, তাহারা খনির মধ্যস্থিত কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ (Choke damp) মিশ্রিত দূষিত বায়ু সেবন করিয়া শ্বাসরোধ হইয়া মৃত্যুমুখে পতিত হয়। একে কয়লার খনি অন্ধকারময়, আলোক লইয়া না গেলে সেখানে কার্য্য করিতে পারা যায় না, অথচ আলোক লইয়া গেলে সময়ে সময়ে এইরূপ ভয়ঙ্কর বিপদ উপস্থিত হয়। এই ভয়াবহ দুর্ঘটনা নিবারণের কোন উপায় আবিষ্কৃত হইতে পারে কি না, তাহাই ডেভির নিয়ত চিন্তার বিষয় ছিল। অবশেষে তিনি অসাধারণ প্রতিভাবলে যে দীপ নির্ম্মাণ করিয়াছেন, তাহা খনির মধ্যে লইয়া গেলে তন্মধ্যে স্ফোটন-শীল গ্যাস্ থাকিলেও উহা জ্বলিয়া উঠে

না। এই দীপের গঠন-প্রণালী অতি সরল; ইহা চতুর্দ্দিকে সূক্ষ্ম ছিদ্রযুক্ত লৌহ-জাল বেষ্টিত একটি সাধারণ দীপ (৮ম চিত্র) ব্যতীত অপর কিছুই নহে। খনির মধ্যে লইয়া গেলে স্ফোটন-শীল বায়ু-মিশ্রিত মার্শ্ গ্যাস্ লৌহ জালের ছিদ্র দিয়া দীপের অভ্যন্তরে প্রবিষ্ট হইয়া আলোক-সংস্পর্শে জ্বলিতে থাকে কিন্তু লৌহ-জাল স্পর্শ করিবামাত্র উহার শিখা এত তেজোহীন হইয়া পড়ে যে জাল হইতে নির্গত হইবার পূর্ব্বেই উহা নির্ব্বাপিত হইয়া যায়, সুতরাং বাহিরের মিশ্র গ্যাস্ জ্বলনের নির্দ্দিষ্ট তাপ-মাত্রায় উপনীত হইতে পারে না বলিয়া উহা জ্বলিয়া উঠে না। কিন্তু এরূপ

৮ম চিত্র।

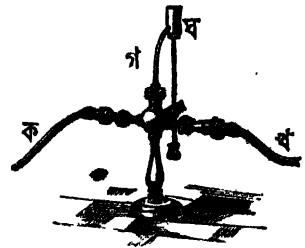
অবস্থায় দীপশিখা অধিকক্ষণ জ্বলে না; চঞ্চল ও লম্বমান হইয়া শীঘ্র নির্ব্বাপিত হইয়া যায়। ইহা দেখিয়া শ্রমজীবিগণ বুঝিতে পারে যে খনির মধ্যে স্ফোটন-শীল গ্যাস্ রহিয়াছে, সুতরাং তাহারা তৎক্ষণাৎ খনি পরিত্যাগ করিয়া যাহাতে স্ফোটন-শীল গ্যাস্ খনি হইতে নির্গত হইয়া যায়, তাহার ব্যবস্থা করে। ডেভির দীপ আবিষ্কৃত হওয়া অবধি শ্রমজীবিগণ খনির মধ্যে নিরাপদে কার্য্য করিতে সক্ষম হয়; ইহা দ্বারা কত সহস্র সহস্র লোকের যে প্রাণ রক্ষা হইয়াছে, তাহার সংখ্যা করা যায় না। ফলতঃ বিবিধ বৈজ্ঞানিক তত্ত্ব আবিষ্কৃত হইয়া প্রতিনিয়ত সংসারে কত সুমহৎ মঙ্গল সাধিত হইতেছে এবং বিজ্ঞানবিৎ পণ্ডিতেরা জগতের কিরূপ হিতকারী, তাহা এই এক ডেভির দীপ দ্বারা সুস্পষ্ট প্রমাণিত হইতেছে।

শিখার ঔজ্জ্বল্য—(Luminosity) শিখার মধ্যে কঠিন পদার্থ বিদ্যমান থাকিয়া এবং উত্তাপ সংযোগে শ্বেতবর্ণ ধারণ করিয়া উহার ঔজ্জ্বল্য সম্পাদন করে। শিখার মধ্যে কঠিন পদার্থ যত অধিক পরিমাণে থাকে, শিখাও তত অধিকতর উজ্জ্বল প্রতীয়মান হয়।

হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ জ্বালাইলে উহার শিখা সহজে দেখিতে পাওয়া যায় না, কারণ উহার মধ্যে কোন কঠিন পদার্থ থাকে না। যদি এক খণ্ড প্ল্যাটিনম্ ধাতুর তার উক্ত শিখার মধ্যে ধারণ করা যায়, তাহা হইলে উক্ত শিখা উজ্জ্বল হইয়া দৃষ্টিগোচর হয়।

হাইড্রোজেনের শিখা নিষ্প্রভ হইলেও উহাতে অত্যন্ত অধিক তাপ বিদ্যমান থাকে।

হাইড্রোজেন্ ও অক্সিজেন্ একত্রে মিশ্রিত করিয়া জ্বালাইলে উহার শিখা অদৃশ্য-প্রায় থাকে কিন্তু উহার উত্তাপ সাতিশয় প্রবল হয়। ধাতু প্রভৃতি সহজে অদ্রবণীয় কঠিন পদার্থ উক্ত শিখাসংস্পর্শে দ্রবীভূত হইয়া যায়, কিন্তু চূণ প্রভৃতি কতিপয় পদার্থ এত উত্তাপেও দ্রবীভূত হয় না। এই শিখাকে ইংরাজীতে অক্সিহাইড্রোজেন্ শিখা (Oxy-hydrogen flame) কহে। এই অদৃশ্য-প্রায় শিখার অগ্রভাগে এক খণ্ড শুষ্ক চূণের বাতি (Lime cylinder) স্থাপন করিলে চূণের কণা সমূহ অত্যধিক উত্তাপ সংযোগে অত্যুজ্জ্বল শুভ্রবর্ণ ধারণ করিয়া অতি তেজস্কর আলোক বিতরণ করে (৯ম চিত্র)। ইংরাজীতে এই আলোককে লাইম্ লাইট্ (Lime light) কহে। ইহা বহুদূর হইতে দৃষ্টিগোচর হয় বলিয়া সমুদ্রপথে রাত্রিকালে জাহাজের গতি নির্ণয়ের জন্য আলোক-স্তম্ভে (Light-house) পূর্ব্বে প্রদত্ত হইত। এক্ষণে প্রায় সকল আলোক-স্তম্ভেই তড়িতালোক ব্যবহৃত হয়।

১৬শ পরীক্ষা।—৯ম চিত্র দর্শিত যন্ত্রটীর (ক) নল অক্সিজেন্ এবং (খ) নল হাইড্রোজেন্ পূর্ণ পাত্রের সহিত সংযুক্ত করিয়া দাও। (গ) নল দিয়া এই দুই গ্যাস একত্রে মিশ্রিত হইয়া নির্গত হইবে। এক্ষণে ঐ মিশ্র গ্যাস জ্বালাইয়া শিখার অগ্রভাগে একটী চূণের বাতি (ঘ) স্থাপন কর। চূণের বাতির যে স্থানে অক্সি-হাইড্রোজেন্ শিখা পতিত হইবে, তথা হইতে অত্যুজ্জ্বল শুভ্র আলোক নিঃসৃত হইবে।

৯ম চিত্র

আমরা সচরাচর যে সকল দীপ জ্বালাইয়া থাকি, অঙ্গারের অতি সূক্ষ্ম-কণাসমূহ তন্মধ্যে বিদ্যমান থাকিয়া শিখার ঔজ্জ্বল্য সম্পাদন করে। উত্তাপ সংযোগে সূক্ষ্ম কঠিন অঙ্গারকণাসমূহ শ্বেতবর্ণ ধারণ করে এবং তজ্জন্য শিখা উজ্জ্বল দেখায়। উজ্জ্বল শিখার মধ্যে অঙ্গারকণার অস্তিত্ব আমরা পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণ করিতে পারি।

১৭শ পরীক্ষা।—দীপ শিখার উপরিভাগে এক খণ্ড কাচ বা চীনামাটীর পাত্র ধারণ কর; উহাতে একটী কাল দাগ পড়িবে। ইহা ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অঙ্গারকণার সমষ্টিমাত্র; সাধারণতঃ ইহাকে ভূষা কহে। শিখার মধ্যে অঙ্গার-কণা না থাকিলে উক্ত পদার্থের উপর কখনই ভূষা পড়ে না।

যদি কোন উপায়ে শিখাস্থ অঙ্গার-কণাসমূহ সম্পূর্ণ দগ্ধ হইয়া কার্ব্বনিক্ এসিড গ্যাসে পরিণত হয়, তাহা হইলে শিখার ঔজ্জ্বল্য বিনষ্ট হয় অর্থাৎ উহা নিষ্প্রভ হইয়া পড়ে কিন্তু উহার উত্তাপ সমধিক প্রবল হয়। বুন্‌সেন্ (Bunsen) নামক বিখ্যাত জর্ম্মান্ বৈজ্ঞানিক পণ্ডিত কৌশলে কোল্‌গ্যাসের নলের মধ্যে বায়ু প্রবেশ করাইয়া শিখাকে নিষ্প্রভ অথচ অত্যধিক তাপ-সম্পন্ন করিতে সক্ষম হইয়াছেন। তিনি কোল্‌গ্যাসের নলের নিম্নপ্রদেশে বায়ু প্রবেশের কতকগুলি ছিদ্র রাখিয়া এই কার্য্য সম্পন্ন করিয়াছেন। এই সকল ছিদ্র দিয়া নলের অভ্যন্তরে গ্যাসের সহিত বায়ু মিশ্রিত হয়। এই বায়ু-মিশ্রিত গ্যাসের মধ্যে অধিক অক্সিজেন্ থাকে বলিয়া উহা জ্বালাইলে সূক্ষ্ম অঙ্গার-কণাসমূহ অধিক অক্সিজেন্ সংযোগে সম্পূর্ণ দগ্ধ হইয়া কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাসে পরিণত হয়, সুতরাং কঠিন পদার্থের অভাবে শিখার ঔজ্জ্বল্য একেবারে নষ্ট হইয়া যায় কিন্তু শিখার উত্তাপ সমধিক প্রবল হয়। ছিদ্রগুলি বস্ত্রখণ্ড দ্বারা রুদ্ধ করিলে শিখা পুনরায় উজ্জ্বল হইয়া উঠে।

শিখার গঠন—প্রত্যেক জ্বলন্ত শিখা তিন অংশে বিভক্ত, যথা—

১ম। কৃষ্ণবর্ণ আভ্যন্তরিক অংশ (Dark central zone)। শিখার ঠিক মধ্যস্থলে এই অংশ (১০ম চিত্র, ক) দৃষ্টিগোচর হয়, ইহাতে উত্তাপ বা আলোক কিছুই থাকে না, কেবল দাহ্য বাষ্প অদগ্ধাবস্থায় বিদ্যমান থাকে।

১০ম চিত্র।

১৮শ পরীক্ষা।—একটী সরু দ্বিমুখ-বক্র কাচনলের (১০ম চিত্র, ঘ) একমুখ শিখার কৃষ্ণবর্ণ আভ্যন্তরিক অংশে স্থাপন করিলে অপর মুখ হইতে দাহ্য গ্যাস্ নির্গত হয় এবং ঐ গ্যাস অগ্নি-সংযোগে জ্বলিয়া উঠে।

১৯শ পরীক্ষা।—একটী স্পিরিট্ বাতির শিখার উপরিভাগে একখণ্ড কাগজ ক্ষণকাল মাত্র ধারণ করিয়া সরাইয়া লইলে কাগজের উপর একটী কৃষ্ণবর্ণ বৃত্তাকার রেখাপাত হয়; ঐ বৃত্তের মধ্যস্থল শ্বেতবর্ণ থাকে। শিখার মধ্যস্থলে উত্তাপ বা আলোক থাকিলে এরূপ বিচ্ছিন্নতা দৃষ্ট হইত না; চতুঃপার্শ্বের ন্যায় মধ্যস্থলেও দহনজনিত কৃষ্ণবর্ণ দাগ পড়িত।

২০শ পরীক্ষা।—একটী পোর্সিলেন (Porcelain) পাত্রের মধ্যস্থলে একটী ছিপি স্থাপন করতঃ তদুপরি কিঞ্চিৎ বারুদ রাখিয়া ঐ পাত্রের চতুঃপার্শ্বে সুরা-সার ঢালিয়া অগ্নি-সংযোগ কর। চতুর্দ্দিক ব্যাপিয়া প্রবল বেগে শিখা জ্বলিলেও মধ্যস্থিত বারুদ জ্বলিয়া উঠিবে না। ইহার কারণ এই যে উক্ত শিখার মধ্যস্থলে উত্তাপ বা আলোক থাকে না, কেবল সুরা-সার বাষ্পরূপে অদগ্ধাবস্থায় অবস্থিতি করে সুতরাং বারুদ জ্বলিয়া উঠে না।

২য়। উজ্জ্বল মধ্যাংশ (Luminous zone)—শিখার এই অংশের (১০ম চিত্র, খ) উত্তাপ বাহ্যিক অংশের ন্যায় তাদৃশ অধিক নহে। ইহাতে অঙ্গারের ভাগ অধিক এবং অক্সিজেন্ অল্প পরিমাণে থাকে। এই অঙ্গারকণাসমূহ উত্তপ্তাবস্থায় সহজে অক্সিজেন্ গ্রহণ করে বলিয়া শিখার এই অংশকে অক্সিজেন্-গ্রাহক শিখা (Reduclng flame) কহে। কোন ধাতুর অক্সাইড্ নামক যৌগিককে এই অংশে উত্তপ্ত করিলে মূল ধাতুটী যৌগিক হইতে পৃথক হইয়া পড়ে। ইংরাজীতে এই রাসায়নিক প্রক্রিয়াকে Reduction কহে।

৩য়। অদৃশ্য-প্রায় বাহ্যিক অংশ (Non-luminous zone)—শিখার এই অংশের (১০ম চিত্র, গ) উত্তাপ সর্ব্বাপেক্ষা অধিক, কারণ ইহাতে অক্সিজেন্ অধিক পরিমাণে থাকে। শিখার এই অংশে সূক্ষ্ম অঙ্গারকণাসমূহ অধিক অক্সিজেন্ সংযোগে সম্পূর্ণরূপে দগ্ধ হইয়া কার্ব্বনিক্ এসিড্ (Carbonic Acid) গ্যাসে পরিণত হয়, সুতরাং কঠিন পদার্থের অভাবে ইহা উজ্জ্বল না হইয়া অদৃশ্য-প্রায় থাকে। শিখার এই অংশে অক্সিজেন্ অধিক থাকে বলিয়া ইহাকে অক্সিজেন্-প্রদায়ক শিখা (Oxidising flame) কহে এবং এই অক্সিজেন্-সংযোগ-প্রক্রিয়াকে ইংরাজীতে Oxidation কহে।

বাঁকনলের শিখা—১১শ চিত্রে বাঁকনল (Blowpipe) দ্বারা পাতিত শিখার চিত্র (ক) প্রদর্শিত হইয়াছে। এই শিখাও তিন অংশে বিভক্ত। ইহার আভ্যন্তরিক অংশে অদগ্ধ বাষ্প ও বায়ু একত্রে মিশ্রিত হইয়া অবস্থিতি করে। মধ্যাংশে কার্ব্বন্

১১শ চিত্র।

মনক্সাইড্ (Carbon monoxide) নামক দাহ্য গ্যাস্ বিদ্যমান থাকে। শিখার এই অংশে কোন ধাতুর অক্সাইড্ দগ্ধ হইলে শিখা উক্ত যৌগিক হইতে অক্সিজেন্-গ্রহণ করিয়া উহাকে মূল ধাতুতে পরিণত করে, এজন্য শিখার এই

অংশকে অক্সিজেন্-গ্রাহক শিখা (Reducing flame) কহে। শিখার বাহ্যিক অংশ অদৃশ্য-প্রায়, এই অংশে অক্সিজেনের পরিমাণ অত্যন্ত অধিক থাকে। অধিকাংশ ধাতু, শিখার এই অংশে উত্তপ্ত হইলে অক্সিজেন্-সংযুক্ত হইয়া অক্সাইডে পরিণত হয়, এজন্য ইহা অক্সিজেন্-প্রদায়ক শিখা (Oxidising flame) নামে অভিহিত।

তাপসম্বন্ধীয় অন্যান্য তত্ত্ব নির্ব্বাচিত পাঠ্য বিষয়ের অন্তর্ভূত নহে বলিয়া এই পুস্তকে তাহার উল্লেখ করা গেল না।

দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ।

আলোক (Light)।

চক্ষুর অভ্যন্তরে রেটিনা (Retina) নামক একটী স্নায়ুনির্ম্মিত আবরণ আছে; উহার উপর আলোক পতিত হইলে দর্শনশক্তির উদ্ভব হয়। পদার্থ-বিজ্ঞানের যে অংশে আলোক-সম্বন্ধীয় তত্ত্ব আলোচিত হয়, তাহাকে আলোক-বিজ্ঞান (Optics) কহে।

আলোকের উৎপত্তি সম্বন্ধে বিভিন্ন মতবাদ।

নিস্ক্রমবাদ।—আলোকের উৎপত্তি সম্বন্ধে দুইটী মত প্রচলিত আছে। প্রথম মতটী এই যে আলোক এক প্রকার অতি সূক্ষ্ম ভারহীন পদার্থ। ইহা প্রত্যেক আলোকময় পদার্থে বিদ্যমান আছে এবং উক্ত পদার্থ হইতে সরল রেখায় চতুর্দ্দিকে নিঃসৃত হইতে থাকে। কাচ প্রভৃতি কতকগুলি স্বচ্ছ পদার্থের মধ্য দিয়া ইহা স্বচ্ছন্দে গমন করিতে পারে। এই সূক্ষ্ম পদার্থ যে কোন আলোকময় পদার্থ হইতে বহির্গত হইয়া আমাদের রেটিনাতে পতিত হইলে আমরা উক্ত বস্তুকে দেখিতে পাই। সার্ আইজাক্ নিউটন্ এই মতের পোষকতা করেন, এই মতটী নিস্ক্রমবাদ (Theory of Emission) নামে পরিচিত।

তরঙ্গবাদ।—দ্বিতীয় মতানুসারে আলোক একটী পদার্থ নহে। পূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে যে পদার্থের অণুসমষ্টির কম্পন উপস্থিত হইলে তাপের উৎপত্তি হয়। আণবিক কম্পনের সাতিশয় আধিক্য হইলেই আলোক উৎপন্ন হইয়া থাকে। আলোকময় ঈথর্ (Luminiferous Ether) নামক এক অতি সূক্ষ্ম স্থিতিস্থাপক তরল পদার্থ জগতের সমস্ত স্থান এবং পদার্থের মধ্যস্থিত আণবিক ব্যবধান ব্যাপিয়া রহিয়াছে। কোন আলোকময় পদার্থের অতি দ্রুত আণবিক

কম্পন ঈথরে আঘাত করিলে তন্মধ্যে অসংখ্য তরঙ্গ উৎপন্ন হইয়া চতুর্দ্দিকে অগ্রসর হইতে থাকে। এই তরঙ্গমালা আমাদিগের রেটিনাকে স্পর্শ করিলে আমাদিগের দৃষ্টিজ্ঞানের স্ফুরণ হয় অর্থাৎ উক্ত পদার্থ আমাদিগের নয়ন-গোচর হয়। এই দ্বিতীয় মতটী তরঙ্গবাদ (Theory of Undulation) নামে অভিহিত; এই মতই আধুনিক বৈজ্ঞানিক পণ্ডিত মণ্ডলীর দ্বারা স্বীকৃত হইয়া থাকে।

আলোকের উৎপত্তিস্থল।

১। **সূর্য্য ও গ্রহ নক্ষত্রাদি**।—আমরা দিবাভাগে সূর্য্য এবং রাত্রি-কালে গ্রহ নক্ষত্রাদি হইতে আলোক প্রাপ্ত হইয়া থাকি। আমরা চন্দ্র হইতে যে আলোক প্রাপ্ত হই, তাহা চন্দ্রের নিজের আলোক নহে। চন্দ্র জ্যোতির্বিহীন পদার্থ, সূর্য্যের কিরণ চন্দ্রে প্রতিফলিত হইয়া উহাকে জ্যোতির্ম্ময় করে। সূর্য্য ও নক্ষত্রাদির ন্যায় চন্দ্র স্ব-প্রকাশ নহে।

২। **তাপ**।—কোন পদার্থ অত্যধিক উত্তপ্ত হইলে আলোক প্রদান করে। সচরাচর কোন কঠিন ধাতুময় পদার্থ ৫০০°C হইতে ৬০০°C তাপ-মাত্রায় উত্তপ্ত হইলে উহা হইতে আলোক নির্গত হয়। একটী লোহার গোলা অত্যধিক উত্তপ্ত হইলে উহা লোহিত বা শ্বেতবর্ণ ধারণ করিয়া যথেষ্ট আলোক প্রদান করে। সোয়ান্ ল্যাম্পের অভ্যন্তরস্থিত প্লাটিনমের তার বা কার্ব্বন্-শলাকা তড়িৎ-প্রবাহ দ্বারা সমধিক উত্তপ্ত হইয়া উজ্জ্বল আলোক প্রদান করে।

২১শ পরীক্ষা।—চারিকোষ-যুক্ত বুন্‌সেনের ব্যাটারির দুই প্রান্ত একটী সোয়ান্ ল্যাম্পের সহিত যোগ কর; উহার অভ্যন্তরস্থ তার উত্তপ্ত হইয়া উজ্জ্বল আলোক বিতরণ করিবে।

৩। **রাসায়নিক সম্মিলন**।—পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে যে রাসায়নিক সম্মিলন দ্বারা তাপ উৎপন্ন হয় এবং তাপের সাতিশয় আধিক্য হইলেই আলোক উৎপন্ন হয়। কাঠ, কয়লা, বাতি প্রভৃতি ইন্ধন জাতীয় যে কোন পদার্থ বায়ুমধ্যে দগ্ধ হইবার সময় যে আলোক উৎপন্ন হয়, তাহা রাসায়নিক সম্মিলনের ফল মাত্র। একখণ্ড পোটাসিয়ম্ ধাতু জলের মধ্যে নিক্ষেপ করিলে যে আলোক উৎপন্ন হয়, তাহাও রাসায়নিক সম্মিলনের ফল। এই

একই কারণে এণ্টিমনি ধাতুর চূর্ণ বোতলস্থিত ক্লোরিণ্ গ্যাসের মধ্যে নিক্ষিপ্ত হইলে উহা উজ্জ্বল অগ্নিস্ফুলিঙ্গ উৎপাদন করে।

২২শ পরীক্ষা।—এক খণ্ড পোটাসিয়ম্ ধাতু শীতল জলের উপর ফেলিয়া দাও। জল হইতে বিযুক্ত হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ বেগুনী বর্ণের শিখা ধারণ করিয়া জ্বলিতে থাকিবে।

৪। **প্রস্ফুরণ**।—কতকগুলি জীব ও উদ্ভিদ্ শরীর হইতে স্বভাবতই আলোকের স্ফূরণ হইয়া থাকে। পার্ব্বত্যপ্রদেশজাত ওষধি নামক গুল্ম বিশেষ, খদ্যোৎকীট এবং সমুদ্রজাত কীটাণু বিশেষ ইহার উত্তম উদাহরণ স্থল। জলাভূমিতে তরুলতাদি পচিয়া কতিপয় গ্যাস উৎপন্ন হয় এবং উহারা স্বতঃই দগ্ধ হইয়া আলোক উৎপাদন করে। ইহা আমাদের দেশে "আলেয়া" নামে প্রসিদ্ধ। গলিত জীবদেহ ও উদ্ভিদ্ হইতে কখনও কখনও আলোকের স্ফুরণ হইয়া থাকে। এতদ্ব্যতীত ক্যাল্সিয়ম্ প্রভৃতি কতকগুলি ধাতুর সল্ফাইড্ নামক যৌগিককে কিয়ৎক্ষণ রৌদ্রে রাখিয়া পরে অন্ধকার গৃহের মধ্যে লইয়া গেলে উহা উজ্জ্বল ও আলোকময় দেখায়। এই শেষোক্ত পদার্থ হইতে এক প্রকার আলোকপ্রদ রং প্রস্তুত হইয়া থাকে; ঘড়ির ডায়াল্ বা অন্য কোন বস্তুর উপর এই রং মাখাইয়া রৌদ্রে রাখিলে উহা অন্ধকারে উজ্জ্বল দেখায়। এরূপ আলোক-স্ফুরণকে ইংরাজীতে Phosphorescence কহে।

২৩শ পরীক্ষা।—ক্যাল্সিয়ম সল্ফাইড্ পূর্ণ একটী নল রৌদ্রে কিয়ৎক্ষণ রাখিয়া বাক্সের মধ্যে বন্ধ করিয়া রাখ, পরে অন্ধকার গৃহে বাক্স খুলিলে উক্ত পদার্থ উজ্জ্বল দেখাইবে।

৫। **তড়িত** (Electricity)।—তড়িত সাহায্যে আলোক উৎপন্ন হয়। দুই প্রকার তড়িতের মিলনে যে অত্যুজ্জ্বল স্ফুলিঙ্গ উৎপন্ন হয়, তাহাই ইহার উৎকৃষ্ট উদাহরণ।

২৪শ পরীক্ষা।—চারিকোষ-যুক্ত বুন্সেনের ব্যাটরির দুই প্রান্ত রুমস্কর্ফের প্রবর্ত্তন-কুণ্ডলীর সহিত সংযুক্ত করিয়া তড়িত-স্ফুলিঙ্গ উৎপাদন কর।

স্বচ্ছতা।—আলোক যে সকল পদার্থ ভেদ করিয়া যাইতে পারে, তাহাদিগকে স্বচ্ছ (Transparent) পদার্থ কহে। কাচ, বায়ু, জল ইহারা এক একটী স্বচ্ছ পদার্থ।

আলোক যে সকল পদার্থ ভেদ করিয়া যাইতে পারে না, তাহাদিগকে অস্বচ্ছ (Opaque) পদার্থ কহে, যেমন ধাতু, প্রস্তর, কাষ্ঠ ইত্যাদি।

কতকগুলি পদার্থ আছে যাহারা কাচের ন্যায় স্বচ্ছ নহে অথচ কাষ্ঠ প্রভৃতির ন্যায় অস্বচ্ছও নহে। যদিও কাচের ন্যায় উহাদিগের ভিতর দিয়া অপর দিকের পদার্থ দেখিতে পাওয়া যায় না, তথাপি উহারা আলোকের গতি একেবারে রোধ করে না, আলোক কতকপরিমাণে উহাদিগের মধ্য দিয়া যাইতে পারে। আমরা ঐরূপ পদার্থকে নাতিস্বচ্ছ (Translucent) পদার্থ কহিব। ঘসা কাচ, কাগজ, পোসিলেন্ ইহার উত্তম দৃষ্টান্ত স্থল।

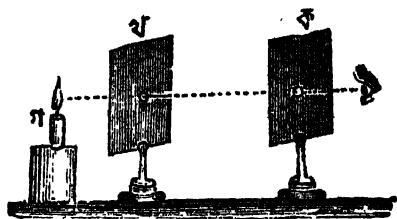
২৫শ পরীক্ষা।—একখণ্ড ঘসা কাচ একটী জ্বলন্ত বাত্তির সম্মুখে রাখ। কাচখানির ভিতর দিয়া আলো আসিবে কিন্তু বাত্তিটী দেখা যাইবে না।

ধাতুগুলি সাধারণতঃ অস্বচ্ছ বলিয়া অভিহিত হইলেও উহারা স্থলবিশেষে প্রকৃত পক্ষে একেবারে অস্বচ্ছ নহে। স্বর্ণ সাধারণতঃ অস্বচ্ছ পদার্থ, কিন্তু উহাকে পিটিয়া অতিশয় সূক্ষ্ম পাত প্রস্তুত করিলে আলোক কিয়ৎপরিমাণে উহা ভেদ করিয়া যাইতে পারে। স্বর্ণের অতি সূক্ষ্মপাত নাতিস্বচ্ছ পদার্থ সমূহের অন্তর্ভূত।

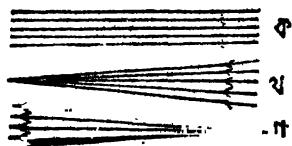
আলোক যে সকল পদার্থ বা যে স্থান (Space) ভেদ করিয়া যাইতে পারে, তাহারা ইংরাজীতে মিডিয়ম্ (Medium) নামেও অভিহিত হইয়া থাকে। জল, বায়ু, শূন্য স্থান (Vacuum) এক একটী মিডিয়ম্।

আলোক-রশ্মি (Ray of Light)।—উত্তপ্ত পদার্থ হইতে যেমন তাপ-রশ্মি চতুর্দ্দিকে বিকীর্ণ হয়, সেইরূপ আলোকময় পদার্থ হইতেও আলোক-রশ্মি সরল রেখায় চতুর্দ্দিকে বিকীর্ণ হইয়া থাকে। কতকগুলি লোক একটী জ্যোতির্ম্ময় পদার্থের চতুর্দ্দিকে বৃত্তাকারে দণ্ডায়মান হইলে উক্ত পদার্থ প্রত্যেকেরই দৃষ্টিগোচর হইয়া থাকে; ইহার কারণ এই যে আলোক-রশ্মি উক্ত জ্যোতির্ম্ময় পদার্থ হইতে চতুর্দ্দিকেই বিকীর্ণ হইয়া সকল ব্যক্তিরই চক্ষুর মধ্যে প্রবেশ করে। আলোক যে সরল রেখায় বিকীর্ণ হইয়া থাকে, তাহা নিম্নলিখিত পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণিত হয়:—

২৬শ পরীক্ষা।—দুইখানি কার্ড বোর্ডে (১২শ চিত্র ক ও খ) দুইটী ক্ষুদ্র ছিদ্র করিয়া এরূপ ভাবে স্থাপন কর যে ঐ দুইটী ছিদ্র একটী সরল রেখায় অবস্থিতি করে। এক্ষণে একটী জ্বলন্ত বাত্তি (গ) একখানি কার্ড বোর্ডের ছিদ্রের সম্মুখে রাখিয়া অপর কার্ড বোর্ডের ছিদ্রে

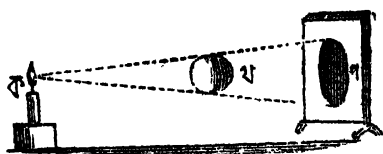
মধ্য দিয়া দেখিলে বাতিটী দেখা যাইবে; কিন্তু একখানি কার্ড বোর্ড বা বাতিটী একটু পার্শ্বের দিকে সরাইয়া দিলে ঐ বাতিটী আর দেখা যাইবে না। ইহার কারণ এই যে এক্ষণে বাতি ও ছিদ্র দুইটী এক সরল রেখায় অবস্থিতি করে না, সুতরাং বাতি হইতে সরল রেখায় প্রধাবিত আলোক-রশ্মি দর্শকের চক্ষুর অভ্যন্তরে প্রবেশ করিবে না।

১২শ চিত্র।

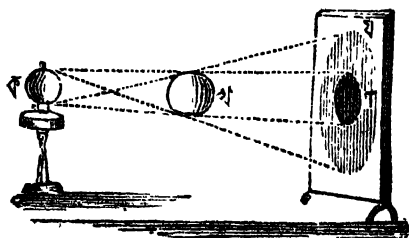
যে রেখায় আলোক বিকীর্ণ হয়, তাহার এক একটীকে আলোক-রশ্মি কহে।

রশ্মিগুচ্ছ (Pencil of Light)।—কতকগুলি আলোক-রশ্মি একত্রিত হইয়া একটী রশ্মিগুচ্ছ প্রস্তুত করে। রশ্মিগুচ্ছের রশ্মিগুলি সমান্তরাল (Parallel), একমুখী (Convergent) বা বহুমুখী (Divergent) ভাবে প্রধাবিত হইয়া থাকে (১৩শ চিত্র, ক, খ, গ)। আলোক-রশ্মি যতদূরই অগ্রসর হউক না কেন, উহাদিগের পরস্পরের ব্যবধান সর্ব্বদা সমান থাকিলে উহাদিগকে সমান্তরাল রশ্মি (Parallel rays) বলা যায় (ক) যদি রশ্মিগুলি আলোকময় পদার্থ হইতে নির্গত হইয়া কিয়দ্দূরে একটী বিন্দুতে (Point) মিলিত হয়, তাহা হইলে উহাদিগকে একমুখী রশ্মি (Convergent rays) কহে (খ)। অপরন্তু উহারা মিলিত না হইয়া যতই দূরে গমন করে, ততই যদি পরস্পর হইতে পৃথক্ হইয়া যায়, তাহা হইলে ঐ সকল রশ্মিকে বহুমুখী রশ্মি (Divergent rays) কহে (গ)।

১৩শ চিত্র।

সূর্য্য, চন্দ্র, নক্ষত্র প্রভৃতি বহুদূরে অবস্থিত আলোকময় পদার্থ হইতে যে রশ্মি পৃথিবীতে পতিত হয়, তাহা সম্পূর্ণ সমান্তরাল না হইলেও সমান্তরাল রশ্মি বলিয়া বিবেচিত হইয়া থাকে।

ছায়া (Shadow)।—অস্বচ্ছ পদার্থের উপর আলোক পতিত হইলে আলোক-রশ্মি উক্ত পদার্থ ভেদ করিয়া যাইতে পারে না, সুতরাং পদার্থের

পশ্চাদ্দেশে উক্ত পদার্থের ছায়া পতিত হয়। স্বচ্ছ পদার্থের ভিতর দিয়া আলোক গমন করিতে পারে বলিয়া উহার ছায়া পড়ে না।

১৪শ চিত্র।

যখন আলোকময় বস্তু ক্ষুদ্র অর্থাৎ বিন্দুর ন্যায় ক্ষুদ্রাকার হয় (১৪শ চিত্র, ক)· তখন বস্তুর (খ) ছায়া (গ) অতি স্পষ্ট (Sharp) দেখায় কিন্তু আলোকময় পদার্থ বৃহৎ হইলে (১৫শ চিত্র, ক) বস্তুর (খ) ছায়া স্পষ্ট হয় না; উহার মধ্যাংশ (গ) যেরূপ কাল হয়, চতুঃপার্শ্ব (ঘ) সেরূপ হয় না।

১৫শ চিত্র।

ছায়ার এই কৃষ্ণবর্ণ মধ্যাংশকে ইংরাজীতে অম্ব্রা কহে (Umbra) কহে এবং চতুঃপার্শ্বস্থিত অপেক্ষাকৃত উজ্জ্বলাংশকে পিনম্ব্রা (Penumbra) কহে। ১৫শ চিত্রের মধ্যস্থিত কৃষ্ণবর্ণ মধ্যাংশ (গ) অম্ব্রা এবং উহার চতুর্দ্দিকস্থ অপেক্ষাকৃত উজ্জ্বলাংশ (ঘ) পিনম্ব্রা। আমরা ইহাদিগকে যথাক্রমে ঘনছায়া ও উপছায়া কহিব।

আলোকের গতির বেগ (Velocity of Light)।—আলোক-রশ্মি কল্পনাতীত দ্রুত গতিতে গমন করে। আমাদিগের দর্শন-শক্তির সীমান্ত প্রদেশে একটী আলোক আনিবামাত্র আমরা তাহা দেখিতে পাই। এই আলোক অতি দূরবর্ত্তী হইলেও মুহূর্ত্তমধ্যে আমাদিগের দৃষ্টিগোচর হয়; বহুদূর হইতে আসিতেও অধিক সময়ের অপেক্ষা করে না। আলোকের গতি কত দ্রুত, তাহা একটী উদাহরণ দিলেই বুঝা যাইবে। কামান দাগিলে গোলা কত দ্রুত গমন করে, তাহা সকলেই একরূপ মনে মনে স্থির করিয়া লইতে পারেন। গোলার গতি এরূপ দ্রুত হইলেও সূর্য্য পৃথিবী হইতে এত দূরে অবস্থিত যে সূর্য্য হইতে যদি কেহ কামান দাগে, তাহা হইলে কামানের গোলাটী সতেজে সূর্য্য হইতে পৃথিবীতে আসিতে প্রায় ১৭ বৎসর সময় লাগে।

কিন্তু আলোক এতই দ্রুতগামী যে সূর্য্য হইতে পৃথিবীতে আসিতে উহার ৮ মিনিট্ ৮ সেকেণ্ড্ সময়ের প্রয়োজন হয় মাত্র। বৈজ্ঞানিক পণ্ডিতগণ গবেষণা দ্বারা আলোকের গতির বেগ নিরূপণ করিয়াছেন। প্রতি সেকেণ্ডে আলোক-রশ্মি ১,৮৬,০০০ মাইল পথ গমন করিতে পারে।

আলোকমান বা ফটোমিটার্ (Photometer)।—কোন পদার্থ একটী আলোকময় পদার্থের নিকটে থাকিলে যত অধিক পরিমাণ আলোক উহার উপর পতিত হয়, দূরে লইয়া গেলে সেরূপ হয় না; উহা যতই দূরে অপসারিত হয়, ততই আলোকের পরিমাণের হ্রাস হইয়া থাকে। রাত্রিকালে আমরা পুস্তক দীপের কাছে রাখিয়া পাঠ করিয়া থাকি; পুস্তকখানি দীপ হইতে যত অধিক দূরে লইয়া যাওয়া যায়, ততই অক্ষরগুলি অস্পষ্ট হইয়া যায়, কারণ দীপ হইতে ক্রমশঃ অল্প পরিমাণ আলোক অক্ষরের উপর পতিত হয়। কোন পদার্থ আলোকপ্রদ পদার্থ হইতে ১ হাত দূরে থাকিলে যে পরিমাণ আলোক প্রাপ্ত হয়, ২ হাত দূরে থাকিলে উহার $\frac{১}{৪}$ পরিমাণ, ৩ হাত দূরে থাকিলে $\frac{১}{৯}$ পরিমাণ, এবং ৪ হাত দূরে থাকিলে $\frac{১}{১৬}$ পরিমাণ আলোক প্রাপ্ত হইয়া থাকে। যে নিয়ম অনুসারে পদার্থের দূরত্ব ভেদে আলোকপতনের এইরূপ তারতম্য হইয়া থাকে, তাহা নিম্নে লিখিত হইল:—

"*The intensity of light varies inversely as the square of the distance.*"

যে যন্ত্র দ্বারা আলোকের উজ্জ্বলতা পরিমিত হয়, তাহাকে ফটোমিটার্ কহে। বুনসেনের ফটোমিটার্ এই কার্য্যের জন্য সচরাচর ব্যবহৃত হইয়া থাকে। একটী আদর্শ-বাতির (Standard candle) আলোকের সহিত অপর সকল আলোকময় পদার্থের উজ্জ্বলতা পরীক্ষিত হইয়া থাকে এবং উহার আলোক আদর্শ-বাতির আলোক অপেক্ষা যত গুণ অধিক উজ্জ্বল, তাহা তত "Candle power," এই কথা দ্বারা নির্দ্দিষ্ট হইয়া থাকে।

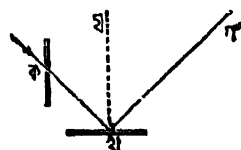
আলোকের প্রতিফলন (Reflection of Light)।—একখণ্ড কাচের সম্মুখে একটী জলন্ত বাতি রাখিলে আলোক-রশ্মি কাচ ভেদ করিয়া যাইতে পারে কিন্তু কাচের পরিবর্ত্তে যদি এক খণ্ড টিনের পাত রাখি, তাহা হইলে আলোক উহার মধ্য দিয়া গমন করিতে পারে না, টিনের পশ্চাদ্দেশ

অন্ধকারময় থাকে অর্থাৎ ঐ স্থানে টিনের পাতের ছায়া পড়ে। এক্ষণে দেখা যাউক যে, যে আলোক টিনের পাতের উপর পতিত হয়, তাহা কোথায় যায়।

ঘরের মধ্যে যেখানে রৌদ্র পড়িয়াছে, সেইখানে যদি আমরা একখানি দর্পণ রাখি, তাহা হইলে দেখিব যে দেওয়ালের উপর বা ছাদের নিম্নতলে সূর্য্যালোকের একটী প্রতিবিম্ব পড়িয়াছে। দর্পণখানি রৌদ্র হইতে সরাইয়া লইলে আলোকের প্রতিবিম্ব অদৃশ্য হয়। দর্পণ পূর্ব্বোক্ত টিনের পাতের ন্যায় একটী মসৃণ অস্বচ্ছ পদার্থ, কারণ দর্পণ কাচনির্ম্মিত হইলেও উহার পশ্চাদ্দেশে পারদের যে অস্বচ্ছ আবরণ থাকে, আলোক তাহা ভেদ করিয়া যাইতে পারে না। অতএব দেখা যাইতেছে যে আলোক দর্পণের উপর পতিত হইলে উহাকে ভেদ করিয়া না যাইয়া উপরদিকে সরিয়া যায়।

এইরূপে যে কোন মসৃণ অস্বচ্ছ পদার্থের উপর আলোক-রশ্মি পতিত হইলে উহার কিয়দংশ তৎক্ষণাৎ প্রতিহত হইয়া অন্যদিকে প্রধাবিত হয়। আলোকের গতির এইরূপ পরিবর্ত্তনকে প্রতিফলন (Reflection) কহে।

১৬শ চিত্র।

মনে কর গৃহের জানালায় একটী ছিদ্র (১৬শ চিত্র, ক) রহিয়াছে এবং উহার মধ্য দিয়া সূর্য্য-রশ্মি গৃহ মধ্যে প্রবেশ করিয়া (খ) নামক দর্পণের উপর পতিত হইয়াছে। আলোক-রশ্মি (ক খ) দর্পণের উপর পতিত হইবামাত্র অন্যদিকে অর্থাৎ খ গ রেখায় প্রতিফলিত হইয়া মস্তকের উপরিভাগে ছাদের নিম্নে (গ) নামক স্থানে একটী আলোকের প্রতিবিম্ব উৎপাদন করিবে।

যে আলোক-রশ্মি (ক খ) দর্পণের উপর পতিত হয়, তাহাকে আপতিত রশ্মি (Incident ray) এবং যে আলোক-রশ্মি (খ গ) প্রতিহত হইয়া অন্যদিকে ধাবিত হয়, তাহাকে প্রতিফলিত রশ্মি (Reflected ray) কহে।

সমতল দর্পণের যে স্থানে (খ) আপতিত রশ্মি পতিত হয়, তথা হইতে একটী লম্ব রেখা (Perpendicular) খ ঘ টানিলে উহা আপতিত রশ্মি ও প্রতিফলিত রশ্মির সহিত এক একটী কোণ (Angle) প্রস্তুত করে, যথা ক খ ঘ এবং ঘ খ গ। এই দুইটী কোণ যথাক্রমে আপতিত কোণ (Angle of inci-

dence) এবং প্রতিফলিত কোণ (Angle of reflection) নামে অভিহিত হয়। আপতিত কোণ সর্ব্বথা প্রতিফলিত কোণের সমান হইয়া থাকে। নিম্নলিখিত দুইটী নিয়ম দ্বারা আলোকের প্রতিফলন সম্পন্ন হইয়া থাকে :—

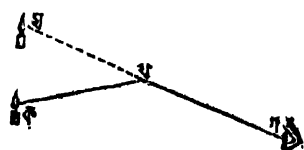
(১) আপতিত কোণ প্রতিফলিত কোণের সহিত সমান (The angle of incidence is equal to the angle of reflection)।

(২) আপতিত রশ্মি ও প্রতিফলিত রশ্মি এক সমতলে (Plane) অবস্থিতি করে। এই সমতল, যে স্থানে রশ্মি পতিত হয়, তাহার উপর লম্বরেখায় অবস্থিত (The incident and the reflected rays are both in the same plane which is perpendicular to the reflecting surface)।

পদার্থ যত অধিক মসৃণ হয়, উহা দ্বারা তত অধিক পরিমাণ আলোক প্রতিফলিত হইয়া থাকে, কিন্তু কোন পদার্থের দ্বারাই সমস্ত আলোক একেবারে প্রতিফলিত হয় না। অতিশয় মসৃণ পদার্থও সামান্য পরিমাণ আলোক শোষণ করিয়া লয়। অত্যুজ্জ্বল ধাতু-নির্ম্মিত পদার্থ হইতে অধিক পরিমাণ আলোক প্রতিফলিত হইয়া থাকে, সামান্য পরিমাণ আলোক শোষিত হয় মাত্র। কৃষ্ণবর্ণ পদার্থ দ্বারা আলোক একেবারেই প্রতিফলিত হয় না, উহা সমস্ত আলোক শোষণ করিয়া লয়। নাতিস্বচ্ছ পদার্থ দ্বারা আলোকের কিয়দংশ প্রতিফলিত হয়, কিয়দংশ শোষিত হয় এবং অবশিষ্টাংশ উহা ভেদ করিয়া গমন করে।

বিক্ষিপ্ত আলোক (Diffused Light)।—কোন পদার্থের উপর আলোক-রশ্মি পতিত হইলে উহার মসৃণতার তারতম্যানুসারে বিভিন্নভাবে আলোকের প্রতিফলন হইয়া থাকে। যখন অধিকাংশ আলোক-রশ্মি প্রতিফলিত হইয়া এক নির্দ্দিষ্ট দিকে প্রধাবিত হয় অর্থাৎ যখন আপতিত কোণ প্রতিফলিত কোণের সহিত সমান হয়, তখন উক্ত প্রতিফলনকে আমরা নিয়ন্ত্রিত (Regular) প্রতিফলন কহিয়া থাকি। পদার্থ যতই মসৃণ হয়, উহা দ্বারা আলোকের নিয়ন্ত্রিত প্রতিফলন ততই অধিক হইয়া থাকে। নিয়ন্ত্রিত প্রতিফলন অত্যন্ত অধিক হইলে আলোক-প্রতিফলনকারী পদার্থ আমাদিগের দৃষ্টিগোচর হয় না, কেবল প্রতিফলিত আলোকই আমরা দেখিতে পাই।

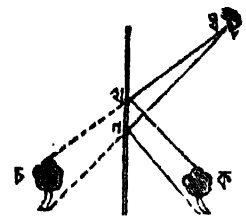
কিন্তু অধিকাংশ বস্তু হইতে আলোক কোন এক নির্দ্দিষ্ট পথে প্রতিফলিত না হইয়া চতুর্দ্দিকে বিক্ষিপ্ত হইয়া থাকে। এইরূপ আলোককে আমরা বিক্ষিপ্ত (Diffused or Scattered) আলোক কহিয়া থাকি। এই বিক্ষিপ্ত আলোকের সাহায্যেই অধিকাংশ বস্তু আমাদিগের দৃষ্টিগোচর হয়। যে সকল বস্তু স্বতঃই দীপ্তিমান (যেমন সূর্য্য, দীপালোক ইত্যাদি), তাহারা নিজ নিজ আলোক দ্বারাই প্রকাশমান হইয়া থাকে। কিন্তু অধিকাংশ বস্তুই স্বতঃ দীপ্তিমান নহে। বৃক্ষ, অট্টালিকা, গৃহের আসবাব, পশু, পক্ষী, মনুষ্য প্রভৃতি যে সকল পদার্থ সর্ব্বদা আমাদিগের দৃষ্টিগোচর হয়, তাহাদিগের উপর সূর্য্য বা দীপের আলোক পতিত হইলে উহা চতুর্দ্দিকে বিক্ষিপ্ত হইয়া আমাদিগের চক্ষুর মধ্যে প্রবেশ করে। এই বিক্ষিপ্ত আলোক সাহায্যেই আমরা ঐ সকল বস্তুকে দেখিতে পাই। যে বস্তু হইতে যত অধিক পরিমাণ আলোক বিক্ষিপ্ত হয়, সেই বস্তু ততই সুস্পষ্টরূপে আমাদিগের নয়নগোচর হইয়া থাকে। এই কারণে গৃহের ভিতর হইতে বহিঃস্থিত পদার্থ দেখিলে উহাকে সুস্পষ্ট ও উজ্জ্বল দেখায়, কিন্তু বাহির হইতে গৃহের অভ্যন্তরস্থিত পদার্থকে দেখিলে উহাকে সুস্পষ্ট দেখা যায় না।

আলোকময় পদার্থ হইতে আলোক-রশ্মি এককালে (Directly) সরল রেখায় রেটিনার উপর পতিত হইলে আমরা পদার্থটী যে স্থানে অবস্থিত আছে, উহাকে ঠিক তথায় দেখিতে পাই। কিন্তু প্রতিফলন বা অন্য কোন কারণে আলোক-রশ্মির গতির পরিবর্ত্তন ঘটিলে অর্থাৎ আলোকময় বস্তু হইতে রশ্মি এককালে সরল রেখায় চক্ষুর মধ্যে পতিত না হইলে আমরা উক্ত পদার্থকে যথাস্থানে দেখিতে পাই না। এরূপ স্থলে চক্ষুর মধ্যে যে আলোক-রশ্মি প্রবিষ্ট হয়, ঐ রশ্মিকে সরল রেখায় চক্ষুর সম্মুখে লম্বা করিয়া টানিলে ঐ রেখারই এক অংশে উক্ত পদার্থ অবস্থিত থাকিতে দেখা যায়। পার্শ্বস্থ চিত্র দেখিলেই ইহা স্পষ্টরূপে বোধগম্য হইবে। মনে কর একটী আলোক-রশ্মি (১৭শ চিত্র, ক খ) সরল রেখায় এককালে না আসিয়া প্রতিফলন দ্বারা বক্রগতি হইয়া খ গ রেখায় চক্ষুর মধ্যে প্রবিষ্ট হইল। এক্ষণে আমরা (ক)

১৭শ চিত্র।

বস্তুটী যে স্থানে যথার্থ রহিয়াছে, তথায় না দেখিয়া চক্ষুপ্রবিষ্ট আলোক-রশ্মি (গ খ) হইতে চক্ষুর সম্মুখভাগে সরল রেখা টানিয়া ঐ রেখার উপর (ঘ) নামক স্থানে উক্ত বস্তুকে দেখিতে পাইব। আলোকের পরাবর্ত্তন (Refraction) আলোচনা করিবার সময়ে আমরা এ বিষয়ের সবিস্তার বর্ণনা করিব।

দর্পণ (Mirror)।—যে মসৃণ পদার্থ প্রতিফলন দ্বারা সম্মুখস্থিত বস্তুর প্রতিকৃতি প্রদর্শন করে, তাহাকে দর্পণ কহে। যে স্থানে উক্ত পদার্থটী দৃশ্যমান হয়, উহাই ঐ বস্তুর প্রতিবিম্ব বলিয়া নির্দ্দিষ্ট হইয়া থাকে।

দর্পণে আমরা যে প্রতিবিম্ব দেখিতে পাই, আলোকের প্রতিফলন দ্বারাই তাহা উৎপন্ন হয় এবং পূর্ব্বোল্লিখিত কারণে আমরা বস্তুটী যথাস্থানে না দেখিয়া চক্ষুপ্রবিষ্ট প্রতিফলিত আলোক-রশ্মি হইতে সম্মুখভাগে সরল রেখা টানিয়া ঐ রেখার এক অংশে উহাকে অবস্থিত থাকিতে দেখি। এইজন্য আমরা প্রকৃত বস্তু না দেখিয়া উহার একটী প্রতিবিম্ব দেখি মাত্র।

দর্পণ সমতল (Plane) এবং বক্র-পৃষ্ঠ (Curved), এই দুই প্রকার গঠনের হইয়া থাকে। আমরা বেশবিন্যাস করিবার জন্য যে সকল দর্পণ ব্যবহার করিয়া থাকি, তাহাদিগকে সমতল দর্পণ কহে। সচরাচর টিন্ ও পারদের মিশ্রণে যে সঙ্কর ধাতু (Tin amalgam) উৎপন্ন হয়, কাচের পৃষ্ঠে তাহা লাগাইয়া অথবা কাচের পৃষ্ঠদেশ প্রক্রিয়াবিশেষ দ্বারা রৌপ্য-মণ্ডিত করিয়া দর্পণ প্রস্তুত করা হয়। ইহা ব্যতীত ধাতু-নির্ম্মিত দর্পণও ব্যবহৃত হইয়া থাকে। সমতল দর্পণের সম্মুখে কোন বস্তু রাখিলে আমরা দর্পণের পশ্চাদ্দেশে উহার প্রতিবিম্ব (Image) দেখিতে পাই। ইহার কারণ এই যে উক্ত বস্তু হইতে দর্পণের উপর যে আলোক-রশ্মি পতিত হয়, তাহা দর্পণ দ্বারা প্রতিফলিত হইয়া ভিন্ন রেখায় আমাদিগের চক্ষুর মধ্যে প্রবেশ করে। পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে যে চক্ষুর মধ্যে যে আলোক-রশ্মি প্রবেশ করে, উহা হইতে সম্মুখ দিকে সরল রেখা টানিলে ঐ রেখার এক অংশে উক্ত বস্তুর প্রতিবিম্ব অবস্থিত থাকিতে দেখা যায়। সুতরাং পার্শ্বস্থ চিত্রের ক বস্তু খ গ দর্পণের সম্মুখে থাকিলেও উহার প্রতিবিম্ব (চ) দর্পণের পশ্চাদ্দেশে চক্ষুপ্রবিষ্ট আলোক-রশ্মি ঘ খ ও ঘ গ

১৮শ চিত্র

সরল রেখাদ্বয়ের প্রলম্বিত অংশে অবস্থিত থাকিতে দেখা যায়। প্রতিফলন দ্বারা প্রতিমূর্ত্তির দক্ষিণাংশ বস্তুর বাম ভাগ নির্দ্দেশ করে এবং উহার বামাংশ দ্বারা বস্তুর দক্ষিণ-ভাগ সূচিত হয়। প্রতিমূর্ত্তিটী বস্তুর Symmetrical বলিয়াই এইরূপ হইয়া থাকে।

দর্পণের সম্মুখে অবস্থান করিলে ঐ স্থান হইতে আমরা আমাদিগের প্রতি-বিম্ব দেখিতে পাই কিন্তু যদি কোন বস্তু দর্পণের এক পার্শ্বে অবস্থান করে, তাহা হইলে তাহা হইতে আলোক-রশ্মি দর্পণের উপর পতিত হইলেও সম্মুখ হইতে উহার প্রতিবিম্ব আমরা দেখিতে পাই না। ইহার কারণ এই যে ঐ সকল আলোক-রশ্মি প্রতিফলিত হইয়া অন্যদিকে গমন করে, আমাদের চক্ষুর মধ্যে প্রবেশ করে না। আমরা যদি দর্পণের অপর পার্শ্বে কিঞ্চিৎ সরিয়া যাই, তাহা হইলে ঐ বস্তু দেখিতে পাইব, কেননা আলোক-প্রতিফলনের প্রথম নিয়মানুসারে প্রতিফলিত রশ্মি দর্পণ হইতে সোজাসুজি না আসিয়া বক্র হইয়া ঐ পথে গমন করিয়া আমাদের চক্ষুর মধ্যে প্রবেশ করিবে।

সমতল দর্পণের ধর্ম্ম।—সমতল দর্পণে বস্তুর যে প্রতিবিম্ব পতিত হয়, তাহা কল্পিত বা অপ্রকৃত অর্থাৎ উহার অস্তিত্ব নাই, উহা দৃষ্টিভ্রম মাত্র। এরূপ প্রতিবিম্বকে আমরা অপ্রকৃত প্রতিবিম্ব (Virtual image) কহিব। আলোক-রশ্মি যখন দর্পণ ভেদ করিয়া উহার পশ্চাদ্দেশে যাইতে পারে না, তখন দর্পণের পশ্চাদ্ভাগে অবস্থিত প্রতিবিম্ব কল্পিত ব্যতীত প্রকৃত (Real) হওয়া অসম্ভব, সুতরাং উহা চক্ষুর ভ্রম ব্যতীত আর কিছুই নহে।

যদি কোন পদার্থ দুইখানি সমান্তরাল সমতল দর্পণের মধ্যে রাখা যায়, তাহা হইলে প্রত্যেক দর্পণে ঐ পদার্থের অনেকগুলি প্রতিবিম্ব একটীর পশ্চাতে আর একটী অবস্থিত রহিয়াছে দেখা যায়।

যদি দুইখানি সমতল দর্পণ সমকোণে (At right angles) রাখিয়া উভয়ের মধ্যে একটী বস্তু রাখা যায়, তাহা হইলে আমরা প্রত্যেক দর্পণের মধ্যে উক্ত বস্তুর তিনটীমাত্র প্রতিবিম্ব দেখিতে পাইব।

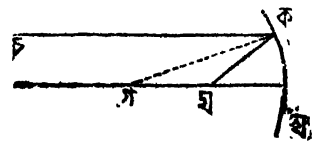
তিনখানি সমতল দর্পণ কোণাকুণি রাখিয়া উহাদিগের মধ্যস্থলে কোন বস্তু রাখিলে উক্ত বস্তুর অনেকগুলি প্রতিবিম্ব দর্পণে প্রতিফলিত হইতে দেখা যায়। বহুরূপবীক্ষণ (Kaleidoscope) নামক খেলনার মধ্যে নানাবিধ রঙ্গের

কাচ দেখিতে পাওয়া যায়। ইহার মধ্যে তিনখানি সমতল দর্পণ কোণাকুণি ভাবে অবস্থিত থাকে এবং অল্প সংখ্যক মাত্র রঙ্গিন ভাঙ্গা কাচ দর্পণগুলির মধ্যে রাখা হইলেও উহাদিগের দ্বারা প্রতিফলিত হইয়া বহুসংখ্যক দেখায়।

বক্রপৃষ্ঠ দর্পণ (Curved Mirror)।—যে দর্পণের উপরিভাগ গোল, তাহাকে বক্রপৃষ্ঠ দর্পণ কহে। বক্রপৃষ্ঠ দর্পণ দুই প্রকার—নিম্নগর্ভ (Concave) এবং স্ফীতপৃষ্ঠ (Convex)। একখানি ঘড়ির কাচ (Watch glass) হইতে এই দুই প্রকার দর্পণেরই গঠন সহজে বোধগম্য হইবে। ঘড়ির কাচের পৃষ্ঠ দেশে টিন্ ও পারদের মিশ্রণ লাগাইলে উহার অভ্যন্তর প্রদেশ নিম্নগর্ভ দর্পণের কার্য্য করিবে; কিন্তু ঘড়ির কাচের ভিতর পৃষ্ঠে টিন্ ও পারদের মিশ্রণ লাগাইলে উহার উপরিভাগ স্ফীতপৃষ্ঠ দর্পণের কার্য্য করিবে।

নিম্নগর্ভ দর্পণের ধর্ম্ম।—নিম্নগর্ভ দর্পণ কতকগুলি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র সমতল দর্পণের সমষ্টি মাত্র। নিম্নগর্ভ দর্পণে আলোক-রশ্মি পতিত হইলে প্রতিফলন দ্বারা একমুখী (Convergent) হইয়া একস্থানে একটী বিন্দুতে (Point) সম্মিলিত হয়। এই বিন্দুকে রশ্মি-কেন্দ্র (Focus) কহে। যে সরল রেখায় এই রশ্মি-কেন্দ্র অবস্থিতি করে, তাহাকে উক্ত দর্পণের মুখ্য অক্ষ-রেখা (Principal Axis) কহে। দর্পণের কেন্দ্র (Centre) মুখ্য অক্ষ-রেখার উপর অবস্থিত থাকে; এই কেন্দ্রকে গোলত্ব-কেন্দ্র (Centre of Curvature) কহে। ১৯শ চিত্র দেখিলেই এই অংশগুলি বোধগম্য হইবে।

১৯শ চিত্রে অতি দূরস্থিত আলোকপ্রদ বস্তু হইতে আলোক-রশ্মি (চ) নিম্নগর্ভ দর্পণের (ক খ) উপর সমান্তরালভাবে পতিত হইয়াছে। এই সমান্তরাল আলোক-রশ্মি দর্পণ দ্বারা প্রতিফলিত হইয়া মুখ্য অক্ষ-রেখার (গ ঘ) উপর, দর্পণ ও উহার গোলত্ব-কেন্দ্রের (গ) ঠিক মধ্যস্থলে যে বিন্দুতে (ঘ) মিলিত হয়, সেই বিন্দুকে উক্ত দর্পণের মুখ্য রশ্মি-কেন্দ্র (Principal Focus) কহে। এই চিত্রে ঘ বিন্দু, দর্পণের মুখ্য রশ্মি-কেন্দ্র।

ক খ—নিম্নগর্ভ বক্র-পৃষ্ঠ দর্পণ।
গ ঘ—মুখ্য অক্ষ-রেখা।
গ—গোলত্ব কেন্দ্র।
ঘ—মুখ্য রশ্মি-কেন্দ্র।
চ—সমান্তরাল আলোক-রশ্মি।

১৯শ চিত্র।

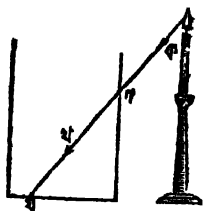
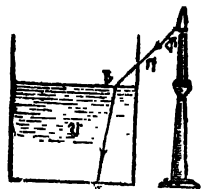
কোন একটী বস্তু একখানি নিম্নগর্ভ দর্পণের সম্মুখে রাখিলে অথবা উহাতে মুখ দেখিলে উক্ত বস্তুর বা নিজের একটী ক্ষুদ্র ও বিপর্য্যস্ত (Small and inverted) প্রতিবিম্ব দেখিতে পাওয়া যায়। এইরূপ প্রতিবিম্ব দেখিয়া ঐ দর্পণখানি যে নিম্নগর্ভ (Concave), তাহা আমরা জানিতে পারি। ইহা একটী প্রকৃত প্রতিবিম্ব (Real Image), কারণ একখানি ঘনাকার কাগজ বা কাপড়ের পর্দ্দা (Screen), দর্পণ ও উক্ত বস্তুর মধ্যবর্ত্তী স্থানে স্থাপিত করিয়া সম্মুখ বা পশ্চাদ্দেশে ধীরে ধীরে সরাইলে একস্থানে ঐ প্রতিবিম্বকে পর্দ্দার উপর পতিত হইতে দেখা যায়। প্রতিবিম্বটী প্রকৃত না হইলে পর্দ্দার উপর উহা কখনই পতিত হইত না। এক্ষণে যদি ঐ বস্তুকে ক্রমে ক্রমে দর্পণের নিকটে আনা হয়, তাহা হইলে পর্দ্দার উপরে পতিত ঐ প্রতিবিম্বটী ক্রমশঃ বড় হইতে থাকে। বস্তুটী দর্পণের গোলত্ব-কেন্দ্র ও মুখ্য রশ্মিকেন্দ্রের মধ্যে অবস্থিতি করিলে উহার প্রতিবিম্ব দর্পণের দিকে না পড়িয়া বস্তুর সম্মুখদিকে পতিত হয়; কিন্তু উহাও প্রকৃত প্রতিবিম্ব, কারণ উক্ত বস্তুর সম্মুখদিকে একটী পর্দ্দা রাখিলে উহার উপর বস্তুটীর বৃহৎ ও বিপর্য্যস্ত প্রতিবিম্ব পতিত হইতে দেখা যায়। এক্ষণে বস্তুটী আরও সরাইয়া দর্পণের মুখ্য রশ্মি-কেন্দ্রের স্থানে রাখিলে উহার প্রতিবিম্ব আর দেখিতে পাওয়া যায় না, কারণ এইস্থানে থাকিলে বস্তু হইতে যে আলোক-রশ্মি দর্পণের উপর পতিত হয়, তাহারা সমান্তরালভাবে প্রতিফলিত হয়, সুতরাং একটী বিন্দুতে মিলিত হয় না বলিয়া মোটেই প্রতিবিম্ব গঠিত হয় না। বস্তুটী দর্পণ ও উহার মুখ্য রশ্মি-কেন্দ্রের মধ্যে রাখিলে দর্পণের মধ্যে উক্ত বস্তুর একটী প্রতিবিম্ব দেখিতে পাওয়া যায়, কিন্তু এবারে প্রতিবিম্বটী ছোট ও বিপর্য্যস্ত না হইয়া বৃহৎ ও সোজা দেখিতে পাওয়া যায়। এই প্রতিবিম্ব দর্পণের পশ্চাতে অবস্থিত করে; কিন্তু যখন আলোক-রশ্মি উক্ত দর্পণ ভেদ করিয়া পশ্চাদ্দেশে যাইতে পারে না, তখন এই প্রতিবিম্ব অবশ্যই অপ্রকৃত (Virtual), এজন্য আমরা পর্দ্দার উপর এই প্রতিবিম্ব পাতিত করিতে পারি না।

নিম্নগর্ভ দর্পণে আলোক-রশ্মি বহুমুখী (Divergent) হইয়া পড়িলে প্রতিফলিত হইয়া মুখ্য রশ্মি-কেন্দ্র (Principal Focus) ও দর্পণের গোলত্ব-কেন্দ্রের (Centre of Curvature) মধ্যে অক্ষরেখার এক অংশে মিলিত হয়। যে বিন্দুতে উহারা মিলিত হয়, তাহাকে সহযোগী রশ্মি-কেন্দ্র (Conjugate Focus) কহে।

দাহক দর্পণ (Burning Mirror)।—সূর্য্যের আলোক নিম্নগর্ভ দর্পণে পতিত হইলে সমস্ত তাপ-রশ্মি উক্ত দর্পণের মুখ্য রশ্মি-কেন্দ্রে মিলিত হইয়া একটী অত্যুষ্ণ বিন্দু উৎপাদন করে। ইহার উত্তাপ এত অধিক যে একখণ্ড কাগজ, কাপড় বা অন্য কোন দাহ্য পদার্থ এই বিন্দুর সংস্পর্শে আসিলে উহা অনতিবিলম্বে জ্বলিয়া যায়। এই জন্য নিম্নগর্ভ দর্পণকে দাহক দর্পণ (Burning Mirror) কহে। এরূপ প্রবাদ আছে যে প্রাচীনকালে সূর্য্যালোক সাহায্যে দাহক দর্পণ দ্বারা শত্রুদিগের যুদ্ধ জাহাজ দগ্ধ করা হইত।

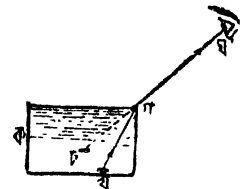
স্ফীতপৃষ্ঠ দর্পণ (Convex Mirror)।—স্ফীতপৃষ্ঠ দর্পণের সম্মুখে কোন বস্তু রাখিলে দর্পণের মধ্যে ঐ বস্তুর একটী ক্ষুদ্র ও সোজা প্রতিবিম্ব দেখিতে পাওয়া যায়। ঐ প্রতিবিম্ব অপ্রকৃত, কারণ উহা দর্পণের পশ্চাদ্ভাগে থাকে এবং পর্দ্দার উপর উহাকে পাতিত করিতে পারা যায় না। স্ফীতপৃষ্ঠ দর্পণ দ্বারা প্রতিফলিত প্রতিবিম্ব সকল সময়েই অপ্রকৃত (Virtual) হইয়া থাকে।

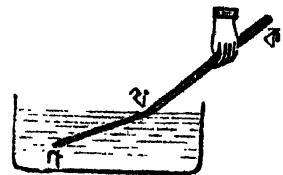
পরাবর্ত্তন (Refraction)।—আলোক-রশ্মি এক স্বচ্ছ পদার্থ (Medium) ভেদ করিয়া তির্য্যক্‌ভাবে অধিকতর ঘন বা পাতলা অপর স্বচ্ছ পদার্থের অভ্যন্তরে প্রবেশ করিলেই উহার গতির পরিবর্ত্তন হয়, কিন্তু ঐ দুইটী স্বচ্ছ পদার্থের ঘনত্ব যদি সমান হয়, তাহা হইলে আলোকের গতির কোন পরিবর্ত্তন হইবে না। মনে কর একটী আলোক-রশ্মি বায়ু হইতে জল বা কাচের মধ্যে প্রবেশ করিতেছে। আলোক-রশ্মি যতক্ষণ বায়ুর মধ্যে থাকিবে, ততক্ষণ উহা একটী সরল রেখায় অগ্রসর হইবে, কিন্তু জল বা কাচের মধ্যে প্রবেশ করিবার সময় উহার গতির ঈষৎ পরিবর্ত্তন হইবে এবং যতক্ষণ জল বা কাচের মধ্যে থাকিবে, ততক্ষণ উহা উক্ত পরিবর্ত্তিত সরল রেখায় (সুতরাং প্রথম রেখা হইতে বিভিন্ন রেখায়) অগ্রসর হইবে। পরে উক্ত আলোক-রশ্মি যখন জল বা কাচ ভেদ করিয়া বায়ু বা অপর কোন স্বচ্ছ পদার্থের মধ্যে পুনঃ প্রবেশ করিবে, তখন উহার গতির পুনরায় পরিবর্ত্তন হইবে এবং উহা ভিন্ন পথে অপর একটী নূতন সরল রেখা অবলম্বন করিয়া অগ্রসর হইতে থাকিবে। পরপৃষ্ঠায় ২০শ চিত্র দেখিলেই ইহা বোধগম্য হইবে।

মনে কর (ক) একটী আলোক-রশ্মি (খ) পাত্রের উপরিস্থিত ক্ষুদ্র ছিদ্র (গ) দিয়া পাত্রের মধ্যে প্রবেশ করিয়াছে। পাত্রটী বায়ুপূর্ণ বলিয়া উহা ক খ সরল রেখায় ধাবিত হইয়াছে এবং পাত্রের তলদেশে ঘ নামক স্থানে পতিত হইয়াছে; আমরা ঐ স্থানে আলোকের প্রতিবিম্ব দেখিতে পাইব। এক্ষণে এই পাত্রের মধ্যে যদি জল ঢালা যায়, তাহা হইলে দেখা যাইবে যে আলোক-রশ্মি পূর্ব্বনির্দ্দিষ্ট রেখায় অগ্রসর না হইয়া ভিন্ন পথে চছ চিহ্নিত সরল রেখায় (২১শ চিত্র) জল মধ্যে প্রবিষ্ট হইয়াছে, সুতরাং আলোকের প্রতিবিম্ব পূর্ব্বোক্ত ঘ চিহ্নিত স্থানে (২০শ চিত্র) পতিত না হইয়া ২১শ চিত্রস্থ ছ চিহ্নিত স্থানে পতিত হইবে। ইহার কারণ এই যে এক স্বচ্ছ পদার্থ (বায়ু) হইতে অধিকতর ঘন অপর স্বচ্ছ পদার্থে (জল) প্রবেশ করিবার সময় আলোক-রশ্মির গতির পরিবর্ত্তন সাধিত হইয়াছে। উহা প্রথমে যে সরল রেখায় প্রধাবিত হইতেছিল, তাহা পরিত্যাগ করিয়া বক্র হইয়া অপর একটী সরল রেখায় গমন করিয়াছে, সুতরাং আমরা আলোকময় বস্তুর প্রতিবিম্ব ২০শ চিত্রস্থ ঘ চিহ্নিত স্থানে না দেখিয়া ২১শ চিত্রের ছ চিহ্নিত স্থানে দেখিতে পাইতেছি। বায়ু অপেক্ষা জল ঘন; অতএব এস্থলে দেখা যাইতেছে যে একটী স্বচ্ছ পদার্থ হইতে অপেক্ষাকৃত ঘন অপর স্বচ্ছ পদার্থে প্রবেশ করিলে আলোক-রশ্মির গতি বক্র হইয়া যায়। এক্ষণে আমরা দেখাইব যে ঘন স্বচ্ছ পদার্থ হইতে অপেক্ষাকৃত তরল স্বচ্ছ পদার্থের মধ্য দিয়া গমন করিবার সময়েও আলোক-রশ্মির গতির পরিবর্ত্তন হয়।

২০শ চিত্র।

২১শ চিত্র।

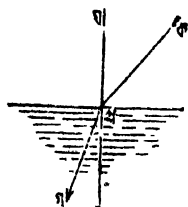
একটী কাষ্ঠনির্ম্মিত বা টিনের বাক্সের তলদেশে একটী চক্‌চকে টাকা রাখিয়া উহার উপর দৃষ্টি রক্ষা করিয়া পশ্চাদ্দিকে আস্তে আস্তে সরিয়া যাইতে হইবে। যখন এরূপ স্থানে উপস্থিত হইবে যে টাকাটী সবে মাত্র দৃষ্টির বহির্ভূত হইয়াছে, তখন অপর কেহ পাত্রের মধ্যে ধীরে ধীরে জল ঢালিতে থাকিবে। পাত্রটীর কিয়দংশ জলপূর্ণ হইলেই প্রথম ব্যক্তি স্থান পরিবর্ত্তন না করিয়াও টাকাটী পুনরায় দেখিতে পাইবে। ইহার কারণ এই যে যখন পাত্রটী

জলপূর্ণ থাকে না, তখন টাকা হইতে আলোক-রশ্মি সরল রেখায় দর্শকের মস্তকের উপর দিয়া গমন করে, সুতরাং উহা দর্শকের চক্ষুর মধ্যে প্রবেশ করে না বলিয়া দর্শক টাকাটী দেখিতে পায় না। কিন্তু যখন পাত্রের মধ্যে জল ঢালা যায়, তখন জল হইতে বায়ুর মধ্যে প্রবেশ করিবার সময়ে উক্ত আলোক-রশ্মির গতির এরূপ পরিবর্ত্তন হয় যে, উহা একটী বিভিন্ন সরল রেখায় দর্শকের চক্ষুর অভ্যন্তরে প্রবিষ্ট হয়। আমরা পূর্ব্বে দেখিয়াছি যে আলোক-রশ্মি যে রেখায় আলোকময় বস্তু হইতে চক্ষুর মধ্যে প্রবিষ্ট হয়, আমরা বস্তুর প্রতিবিম্ব উক্ত রেখা লম্ববান করিয়া উহারই এক অংশে অবস্থিত থাকিতে দেখিতে পাই। সুতরাং এস্থলে টাকাটী আমরা যথাস্থানে (২২শ চিত্র, খ) না দেখিয়া ঘ গ রেখা লম্ববান করিয়া (চ) নামক স্থানে দেখিতে পাইব, অর্থাৎ টাকাটী যথার্থ যে স্থানে অবস্থিতি করিতেছে, তথায় না দেখিয়া তাহার কিঞ্চিৎ উপরিভাগে উহাকে দেখিতে পাইব। ইহা চক্ষুর ভ্রমমাত্র। আমরা টাকাটী হস্তদ্বারা উত্তোলন করিবার সময় এই ভ্রম বুঝিতে পারি।

২২শ চিত্র।

এইরূপে একগাছি লাঠির কিয়দংশ জলে নিমজ্জিত করিয়া লাঠির বহিঃস্থিত অংশের প্রান্ত হইতে নিমজ্জিত অংশের উপর দৃষ্টিপাত করিলে লাঠিটী ভগ্ন দেখাইবে। পার্শ্বস্থ চিত্র দ্বারা ইহা বোধগম্য হইবে। এস্থলে লাঠির প্রকৃত অংশ যথাস্থানে না দেখিয়া খ গ নামক স্থানে দেখিতেছি, সুতরাং এই অপ্রকৃত অংশ (খ গ) লাঠির উপরি-ভাগের (ক খ) সহিত একত্রে দেখিলে লাঠিটী ভগ্ন বলিয়া মনে হইবে। এই একই কারণে স্বচ্ছ জলপূর্ণ পুষ্করিণীর তলদেশ অপেক্ষাকৃত উচ্চ দেখায়,

২৩শ চিত্র।

অর্থাৎ পুষ্করিণী প্রকৃত যত গভীর, তাহা অপেক্ষা অল্প গভীর বলিয়া মনে হয়, সুতরাং এরূপ স্থলে জলের গভীরতা সম্বন্ধে ভ্রম উৎপন্ন হইয়া জলমজ্জনে লোকের প্রাণবিনাশ ঘটিবার সম্ভাবনা। এই ভ্রম হেতু স্বচ্ছ

জলের মধ্যে অবস্থিত মৎস্যগুলিকে তাহাদিগের প্রকৃত স্থান হইতে অপেক্ষাকৃত উর্দ্ধদেশে অবস্থিত বলিয়া বোধ হয়।

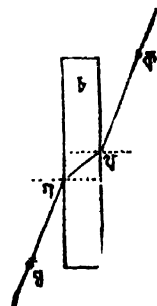
আলোক-রশ্মির গতির এইরূপ পরিবর্ত্তনকে পরাবর্ত্তন (Refraction) কহে। আলোকের প্রতিফলন যেমন কতকগুলি অপরিবর্ত্তনীয় নিয়মের অধীন, সেইরূপ আলোকের পরাবর্ত্তনও কতকগুলি অপরিবর্ত্তনীয় নিয়মদ্বারা চালিত হইয়া থাকে। এই নিয়মগুলি বিশেষভাবে আলোচনা করিবার আবশ্যক নাই; তবে সাধারণতঃ আমাদিগের ইহা জানিয়া রাখা উচিত যে, যে আলোক-রশ্মি এক স্বচ্ছ পদার্থ হইতে অপর স্বচ্ছ পদার্থে পতিত হয়, তাহাকে আপতিত রশ্মি (Incident ray) কহে। দ্বিতীয় স্বচ্ছ পদার্থের মধ্যে উহা যে পরিবর্ত্তিত সরল রেখায় গমন করে, তাহাকে পরাবর্ত্তিত রশ্মি (Refracted ray) কহে। পার্শ্বস্থ চিত্রে ক খ আপতিত রশ্মি এবং খ গ পরাবর্ত্তিত রশ্মি। দ্বিতীয় স্বচ্ছ পদার্থের যে স্থানে আপতিত রশ্মি পতিত হয়, তথা হইতে একটি লম্বরেখা (Perpendicular) টানিতে হইবে; এই লম্বরেখা (খ ঘ) নর্ম্ম্যাল্ (Normal) নামে অভিহিত। এক্ষণে পরাবর্ত্তন সম্বন্ধে যে নিয়মটী মনে রাখিতে হইবে, তাহা এই :—

২৪শ চিত্র।

আলোক-রশ্মি এক স্বচ্ছ পদার্থ হইতে অপেক্ষাকৃত ঘন অপর স্বচ্ছ পদার্থে প্রবেশ করিবার সময়ে (যেমন বায়ু হইতে জলে) বক্র হইয়া নর্ম্ম্যালের দিকে সরিয়া আইসে। কিন্তু আলোক-রশ্মি কোন ঘন স্বচ্ছ পদার্থ হইতে অপেক্ষাকৃত তরল স্বচ্ছ পদার্থে প্রবেশ করিবার সময়ে (যেমন জল হইতে বায়ু মধ্যে) বক্র হইয়া নর্ম্ম্যাল্ হইতে দূরে গমন করে। আলোক-রশ্মি কোন একটি স্বচ্ছ পদার্থের মধ্য দিয়া যাইবার সময়ে সরল রেখায় ধাবিত হয়।

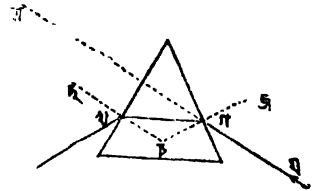
বায়ু হইতে জলের মধ্যে বা জল হইতে বায়ুর মধ্যে আলোক-রশ্মি প্রবেশ করিলে উহার গতির যেরূপ পরিবর্ত্তন হয়, তাহা আমরা আলোচনা করিলাম। এক্ষণে দেখা যাউক আলোক-রশ্মি বায়ু হইতে কাচের মধ্যে প্রবেশ করিলে উহার গতির কিরূপ পরিবর্ত্তন হয়।

কাচ তিন প্রকারের দেখা যায়। এক প্রকার কাচের দুই পৃষ্ঠই সমান্তরাল

(Parallel) ইহাকে ইংরাজীতে প্লেট্ গ্লাস্ (Plate glass) কহে। আমরা এইরূপ কাচকে সমান্তরালপৃষ্ঠ কাচ কহিব। অপর এক প্রকার কাচের পৃষ্ঠগুলি সমতল হইলেও সমান্তরাল না হইয়া কোণাকুণিভাবে অবস্থিত থাকে; একটী ত্রিকোণ ঝাড়ের কলম দ্বিতীয় প্রকার কাচের উত্তম উদাহরণ স্থল। এইরূপ ত্রিকোণ-কাচকে ইংরাজীতে প্রিজ্ম্ (Prism) কহে; আমরা ইহাকে ত্রিকোণ কাচ কহিব। তৃতীয় প্রকার কাচের এক বা দুই পৃষ্ঠই ভিতর বা বাহিরের দিকে গোল থাকে, এরূপ কাচকে লেন্স্ (Lens) বলা যায়।

সমান্তরাল-পৃষ্ঠ কাচের মধ্য দিয়া আলোক-রশ্মি যাইলে উহার গতির যেরূপ পরিবর্ত্তন হয়, তাহা পার্শ্বস্থ চিত্র দেখিলেই বোধগম্য হইবে। ক খ আলোক-রশ্মি বায়ু হইতে কাচের মধ্যে প্রবেশ করিবার সময়ে ঈষৎ বক্র হইয়া খ গ রেখায় গমন করে, কিন্তু উহা যখন পুনরায় বায়ু মধ্যে নিক্রান্ত হয়, তখন খ গ রেখায় না যাইয়া পূর্ব্বোক্ত ক খ রেখার সমান্তরাল গ ঘ রেখায় প্রধাবিত হয়। এরূপস্থলে ক খ ও গ ঘ এই উভয় রেখা-কেই একই সরল রেখা বলিয়া মনে করিলে কোন দোষ হয় না। অতএব দেখা যাইতেছে যে সমান্তরাল-পৃষ্ঠ কাচের মধ্য দিয়া যাইবার সময় আলোক-রশ্মি কার্য্যতঃ একটী সরল রেখায় প্রধাবিত হয়। এক্ষণে দেখা যাউক আলোক-রশ্মি একটী ত্রিকোণ কাচ (Prism) ভেদ করিয়া যাইবার সময় উহার গতির কিরূপ পরিবর্ত্তন হয়।

২৫শ চিত্র।

ত্রিকোণ কাচ (Prism)—ঝাড়ের কলমের ন্যায় ত্রিকোণ-বিশিষ্ট কাচকে ইংরাজীতে প্রিজ্ম্ (Prism) কহে। কোন একটী বস্তুকে ত্রিকোণ কাচের মধ্য দিয়া দেখিলে উহার চতুর্দ্দিকে নানা বর্ণের আলোক দেখিতে পাওয়া যায়। আলোকের বিশ্লেষণ (Decomposition) দ্বারা এইরূপ বর্ণ-বৈচিত্র্য উৎপন্ন হয়। ত্রিকোণ কাচের মধ্য দিয়া আলোক-রশ্মি গমন করিবার সময়ে উহার গতির কিরূপ পরিবর্ত্তন হয়, আমরা প্রথমতঃ তাহাই আলোচনা করিব। ২৬শ চিত্র দেখিলেই ইহা বোধগম্য হইবে। এস্থলে ক বস্তুটী ত্রিকোণ কাচের নীচের দিকে অবস্থিত থাকিলেও দর্শকের চক্ষু (ঘ)

উহাকে যথাস্থানে না দেখিয়া ত্রিকোণ কাচের উর্দ্ধদেশে ঝ নামক স্থানে অবস্থিত দেখিবে। তাহার কারণ এই যে, আলোক-রশ্মি ক বস্তু হইতে ত্রিকোণ কাচের উপর পতিত হইলে নর্ম্ম্যালের (ছ খ চ) দিকে ঈষৎ বক্র হইয়া খ গ রেখায় অগ্রসর হইবে কারণ কাচ বায়ু অপেক্ষা ঘন পদার্থ। পরে কাচ ভেদ করিয়া বায়ু মধ্যে পুনঃ প্রবেশ করিবার সময় উহার গতির পুনরায় পরিবর্ত্তন হইবে অর্থাৎ উহা নর্ম্ম্যাল (চ গ জ) হইতে দূরে সরিয়া যাইবে এবং গ ঘ রেখায় অগ্রসর হইয়া দর্শকের চক্ষুতে পতিত হইবে। ঐ রেখাকে অপর দিকে লম্ববান করিলে তদুপরি ঝ নামক স্থানে বস্তুটী দৃষ্ট হইবে।

২৬শ চিত্র।

অতএব দেখা যাইতেছে যে আলোক-রশ্মি ত্রিকোণ কাচের মধ্য দিয়া যাইবার সময় দুইবার বক্র হইয়া যায় এবং আমরা প্রকৃত বস্তু যথাস্থানে না দেখিয়া উপরের দিকে উহার একটী অপ্রকৃত প্রতিবিম্ব মাত্র দেখিতে পাই। আলোক-রশ্মির গতি লক্ষ্য করিলে ইহাও আমরা দেখিতে পাই যে, উহা ত্রিকোণ কাচের প্রশস্ত অংশের (Base, চ) দিকে সর্ব্বদা বক্র হইয়া যায়, উপরের কোণের দিকে গমন করে না।

আলোক-রশ্মি একখানি ত্রিকোণ কাচ ভেদ করিয়া যাইবার সময় শুদ্ধ যে উহার গতির পরিবর্ত্তন হয়, তাহা নহে, উহা সাতটী মূল বর্ণের আলোকে বিশ্লিষ্ট হইয়া পড়ে। সূর্য্যালোক স্বভাবতঃ শ্বেতবর্ণের, কিন্তু উহা ত্রিকোণ কাচের মধ্য দিয়া গমন করিবার সময়ে বেগুণী (Violet), গাঢ় নীল (Indigo), নীল (Blue), হরিৎ (Green), পীত (Yellow), কমলা (Orange) এবং লোহিত (Red) এই সাতটী ভিন্ন বর্ণের আলোকে বিভক্ত হইয়া পড়ে। এই সাতটী বিভিন্ন বর্ণের আলোকের মিশ্রণে শ্বেতবর্ণ আলোক উৎপন্ন হয়। একটী গৃহ অন্ধকার করিয়া জানালার একটী ক্ষুদ্র ছিদ্রের মধ্য দিয়া গৃহ মধ্যে সূর্য্যালোক প্রবেশ করাইয়া যদি উক্ত ছিদ্রের সম্মুখে একখানি ত্রিকোণ কাচ স্থাপন করি এবং কাচের পশ্চাদ্দিকে যথাস্থানে একখানি শ্বেতবর্ণ কাগজ ধারণ করি, তাহা হইলে আমরা দেখিব যে এই সাতটী বিভিন্ন বর্ণের আলোক

যথাক্রমে কাগজের উপর পতিত হইয়া ইন্দ্রধনুর ন্যায় একটী সুন্দর চিত্র উৎপাদন করিয়াছে। ইংরাজীতে ইহাকে সোলার্ স্পেক্‌ট্রম্ (Solar spectrum) কহে ; আমরা ইহাকে সৌর বর্ণমালা কহিব।

এই সাতটী বিভিন্ন বর্ণ মিলিত হইয়া শ্বেতবর্ণ আলোক উৎপাদন করে। একটী সামান্য পরীক্ষা দ্বারা ইহা আমরা দেখাইতে পারি। নিউটনের ডিস্ক্ (Newton's Disc) নামক একটী যন্ত্রে একখানি গোল কাগজের চাক্তির উপর এই সাতটী বর্ণ পর পর অঙ্কিত থাকে এবং ঐ চাক্তি খানি একটী হাতল সাহায্যে ঘুরাইতে পারা যায়। চাক্তিখানি জোরে ঘুরাইলে এই ভিন্ন ভিন্ন বর্ণগুলি আর দেখা যায় না ; চাক্তিখানি যতক্ষণ জোরে ঘুরিতে থাকে, ততক্ষণ উহারা মিশ্রিত হইয়াশ্বেতবর্ণ প্রতীয়মান হয় ।

শ্বেতবর্ণের আলোক বিশ্লিষ্ট হইয়া যে সাতটী বর্ণ উৎপন্ন হয়, তাহাদিগকে মূলবর্ণ (Primitive colours) কহে অর্থাৎ ইহাদিগকে বিশ্লিষ্ট করিয়া আর কোন ভিন্ন বর্ণ উৎপাদন করিতে পারা যায় না। আমরা যদি সাতটী বিভিন্ন বর্ণ একত্রে একখানি দ্বি-স্ফীতপৃষ্ঠ আতসী কাচের (Double convex lens) মধ্যদিয়া পুনরায় লইয়া যাই, তাহা হইলে এই বিভিন্ন বর্ণগুলি একটী বিন্দুতে (Focus) পুনরায় মিলিত হইয়া শ্বেতবর্ণের আলোক উৎপাদন করিবে। অপরন্তু যদি এই ভিন্ন ভিন্ন বর্ণের সাতটী আলোক পৃথকভাবে ত্রিকোণ কাচের মধ্য দিয়া গমন করে, তাহা হইলে উহাদিগের কোনটীর কোন পরিবর্ত্তন লক্ষিত হয় না অর্থাৎ নীল রং নীলই থাকিবে, লোহিত লোহিতই থাকিবে ইত্যাদি। এই সাতটী বর্ণ পুনরায় বিশ্লিষ্ট হইয়া অন্য কোন বর্ণে পরিবর্ত্তিত হয় না বলিয়া ইহাদিগকে এক একটী মূল বর্ণ কহে ।

বৃষ্টির অব্যবহিত পরে যে সুন্দর ইন্দ্রধনু আমরা আকাশ-পটে চিত্রিত দেখিতে পাই, বায়ু-সাগরে ভাসমান ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র জলকণা দ্বারা সূর্য্য কিরণ বিশ্লিষ্ট হইয়া সেই বর্ণমালা উৎপন্ন হয়। ইন্দ্রধনুতে উপরোক্ত সাতটী বর্ণ দেখিতে পাওয়া যায়। বৃষ্টির ক্ষুদ্র কণাগুলি একত্রে ত্রিকোণ কাচের ন্যায় শ্বেতবর্ণের আলোককে বিশ্লেষণ করিয়া সাতটী মূল বর্ণ উৎপাদন করে।

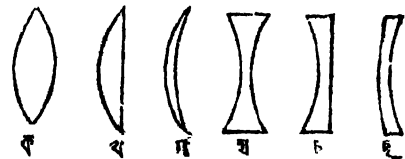
যে যন্ত্রদ্বারা আলোকের বিশ্লেষণ পরীক্ষিত হয়, তাহাকে বর্ণমালা-বীক্ষণ (Spectroscope) কহে। সচরাচর দুইটী দূরবীক্ষণের ন্যায় যন্ত্র সংযোগে এই যন্ত্রটী প্রস্তুত হইয়া থাকে। একটী দূরবীক্ষণের এক মুখে একটী লম্বমান ছিদ্র থাকে; এই ছিদ্রের পরিসর আমরা ইচ্ছামত বাড়াইতে বা কমাইতে পারি। ইহার অপর মুখে একখানি দ্বি-স্ফীতপৃষ্ঠ লেন্স্ এরূপভাবে বদ্ধ থাকে যে পূর্ব্বোক্ত ছিদ্রটী লেন্সের মুখ্য রশ্মি-কেন্দ্রে অবস্থিত রহে। দূরবীক্ষণ দুইটী কোণাকুণি ভাবে অবস্থিত থাকে এবং উহাদের দুই মুখ যেখানে একত্রিত হইয়াছে, তাহার মধ্যস্থলে একখানি ত্রিকোণ কাচ থাকে। দূরাগত আলোক-রশ্মি লম্বমান ছিদ্র দিয়া প্রথম দূরবীক্ষণের মধ্যে প্রবিষ্ট হইয়া লেন্সের উপর পতিত হয় এবং উহা হইতে বাহির হইয়া উক্ত ত্রিকোণ কাচ খানির উপর পতিত হইলে সাতটী মূলবর্ণে বিশ্লিষ্ট হইয়া একটী বর্ণমালা উৎপাদন করে। ত্রিকোণ কাচের পশ্চাদ্দেশে অপর যে একটী দূরবীক্ষণ থাকে, তাহার দুই মুখেই দুই খানি দ্বি-স্ফীত পৃষ্ঠ লেন্স্ থাকে। এই দূরবীক্ষণের মধ্য দিয়া দেখিলে স্পেক্‌ট্রম্‌টী স্পষ্টরূপে দেখিতে পাওয়া যায়।

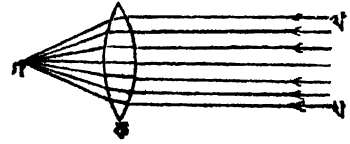
সূর্য্যালোক বিশ্লিষ্ট হইয়া যে বর্ণমালা (Spectrum) উৎপন্ন হয়, তাহা পরীক্ষা করিলে দেখা যায় যে উহার মধ্যে অনেকগুলি অতি সূক্ষ্ম কৃষ্ণবর্ণের রেখা বিদ্যমান রহিয়াছে। ইহারা ফ্রন্‌হফারের রেখা (Fraunhofer's lines) নামে অভিহিত। সূর্য্যের মধ্যে নানাবিধ মূল পদার্থ অত্যধিক উত্তাপ সংযোগে গ্যাসের আকারে বিদ্যমান থাকে বলিয়া এই সকল রেখা উৎপন্ন হয়।

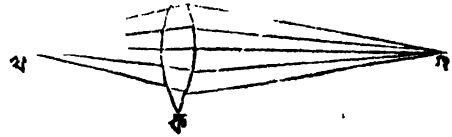
বুন্‌সেনের অনুজ্জ্বল শিখা স্পেক্‌ট্রস্কোপের প্রথম দূরবীক্ষণের ছিদ্রের সম্মুখে স্থাপন করিয়া উহাতে প্ল্যাটিনম্ তার সাহায্যে কতকগুলি বিশেষ বিশেষ মূল পদার্থ বা উহাদিগের যৌগিক দগ্ধ করিলে যে আলোক নিঃসৃত হয়, তাহা অপর দূরবীক্ষণ দ্বারা পরীক্ষা করিলে দেখা যায় যে বর্ণমালার স্থানবিশেষে মূল-পদার্থ-ভেদে ভিন্ন ভিন্ন বর্ণের রেখাপাত হইয়াছে। পণ্ডিতেরা পরীক্ষা করিয়া দেখিয়াছেন যে ভিন্ন ভিন্ন মূল পদার্থ এইরূপে দগ্ধ হইলে বর্ণমালার ভিন্ন ভিন্ন স্থানে ভিন্ন ভিন্ন বর্ণের রেখা পাত করে অর্থাৎ প্রত্যেক মূল পদার্থের রেখার বর্ণ ভিন্ন। সোডিয়ম্ ধাতুর যৌগিক এইরূপে দগ্ধ হইলে

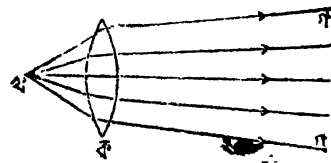
সৌর বর্ণমালার এক অংশে একটী পীত বর্ণের রেখাপাত করে; অন্ত ধাতুর যৌগিক সৌর বর্ণমালার সেই স্থানে সেই বর্ণের রেখাপাত না করিয়া অন্যস্থানে ভিন্ন বর্ণের রেখাপাত করে। এইরূপে পরীক্ষার দ্বারা সৌর বর্ণমালার মধ্যে অধিকাংশ মূল পদার্থের রেখাপাতের স্থান নিরূপিত হইয়াছে। পূর্ব্বে যে ফ্রন্-হফারের কৃষ্ণবর্ণ রেখার উল্লেখ করা গিয়াছে, সেই রেখাগুলি লক্ষ্য করিয়া সৌর বর্ণমালার মধ্যে প্রত্যেক মূল পদার্থের রেখাপাতের স্থান নির্দ্দিষ্ট হইয়াছে। যে কোন আলোক স্পেক্‌ট্রস্কোপ্ যন্ত্র দ্বারা পরীক্ষা করিয়া পূর্ব্বোক্ত রেখাপাত অনু-সারে উহার মধ্যে কোন কোন মূল পদার্থ গ্যাসের অবস্থায় অবস্থিতি করিতেছে, তাহা সহজেই নির্দ্দেশ করিতে পারা যায় এবং এই উপায়ে সূর্য্য ও নক্ষত্রাদির আলোকের বিশ্লেষণ দ্বারা উহাদিগের মধ্যে কি কি মূল পদার্থ আছে, তাহা জানিতে পারা গিয়াছে। এই প্রণালীতে ধাতু পরীক্ষিত হইলে উক্ত পরীক্ষাকে ইংরাজীতে স্পেক্‌ট্রম্ এনালিসিস্ (Spectrum analysis) কহে।

আতসী কাচ (Lens)—একখণ্ড গোল কাচের মধ্যস্থল স্ফীত অর্থাৎ কিনারা অপেক্ষা অধিক স্থূল হইলে অথবা উহার মধ্যস্থল কিনারা অপেক্ষা পাতলা হইলে উহাকে আতসী কাচ বা লেন্স্ বলা যায়। আমরা সচরাচর যে আতসী কাচ দেখিতে পাই, তাহা দ্বি-স্ফীতপৃষ্ঠ অর্থাৎ উহার মধ্যস্থল দুই দিকেই স্ফীত থাকে (১৭শ চিত্র, ক)। ইহাকে ইংরাজীতে Double Convex Lens কহে। যে আতসী কাচের মধ্যস্থল পাতলা ও কিনারা পুরু (২৭শ চিত্র, ঘ), তাহাকে নিম্নগর্ভ আতসী কাচ (Double Concave Lens) কহে। এই দুই প্রকার লেন্স ব্যতীত অন্যান্য প্রকারের আতসী কাচও দেখিতে পাওয়া যায়। কতকগুলির এক পৃষ্ঠ স্ফীত ও অপর পৃষ্ঠ সমতল (Plano-convex, খ) অথবা এক পৃষ্ঠ খাল ও অপর পৃষ্ঠ সমতল (Plano-concave, চ), অথবা এক পৃষ্ঠ স্ফীত ও অপর পৃষ্ঠ খাল (গ ও ছ) হইয়া থাকে। পার্শ্বস্থ চিত্র দেখিলেই এই সকল ভিন্ন প্রকারের লেন্সের গঠন বোধগম্য হইবে। এস্থলে আমরা দ্বি-স্ফীতপৃষ্ঠ এবং নিম্নগর্ভ, এই দুই প্রকার লেন্সের বিষয় আলোচনা করিব।

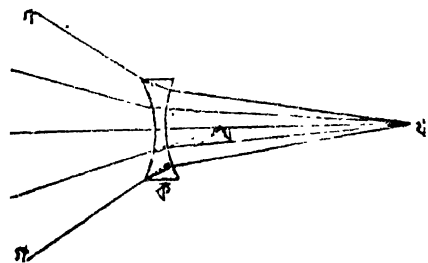
ক খ গ ঘ চ ছ

১৭শ চিত্র।

দ্বি-স্ফীত-পৃষ্ঠ লেন্স্ (Double Convex Lens)—আলোক-রশ্মি এই প্রকার লেন্সের মধ্য দিয়া যাইলে একমুখী (Convergent) হয় এবং রশ্মি সমূহ লেন্স্ ভেদ করিয়া কিছু দূরে একটী বিন্দুতে মিলিত হয়। এই আলোক-বিন্দুকে রশ্মি-কেন্দ্র (Focus) কহে। সূর্য্য প্রভৃতি বহুদূরে অবস্থিত আলোকময় পদার্থ হইতে আলোক-রশ্মি (২৮শ চিত্র, খ খ) সমান্তরাল (Parallel) ভাবে আগমন করে; এই সকল সমান্তরাল রশ্মি দ্বি-স্ফীতপৃষ্ঠ লেন্সের (ক) মধ্য দিয়া গমন করিলে লেন্সের অপর দিকে একটী নির্দ্দিষ্ট স্থানে (গ) মিলিত হইয়া যে রশ্মি-কেন্দ্র (Focus) উৎপাদন করে, উহাকে ঐ লেন্সের মুখ্য রশ্মি-কেন্দ্র (Principal Focus) কহে।

২৮শ চিত্র।

যদি আলোক-রশ্মি সমান্তরালভাবে লেন্সের উপর পতিত না হইয়া বহুমুখী (Divergent) ভাবে (২৯শ চিত্র, গ) পতিত হয়, তাহা হইলেও উহা লেন্সের অপর দিকে একটী বিন্দুতে (খ) মিলিত হয়। কিন্তু এই বিন্দু সর্ব্বদা এক স্থানে থাকে না; আলোকময় পদার্থের অবস্থান ভেদে এই বিন্দুর পতনের স্থানের পরিবর্ত্তন হয়। আলোকময় পদার্থ লেন্সের যত নিকটবর্ত্তী হইবে, এই বিন্দু ততই লেন্স্ হইতে দূরে পতিত হইবে। অপরন্তু আলোকময় পদার্থ লেন্স হইতে যতদূরে অবস্থিতি করিবে, ঐ বিন্দু লেন্সের ততই নিকটবর্ত্তী হইবে। আলোকময় পদার্থের অবস্থিতির সহিত বিন্দুর অবস্থিতির এইরূপ সম্বন্ধ আছে বলিয়া এই বিন্দুকে ইংরাজীতে Conjugate Focus কহে।

২৯শ চিত্র।

যদি আলোকপ্রদ পদার্থ (৩০শ চিত্র, খ), লেন্স্ ও তাহার মুখ্য রশ্মি-কেন্দ্রর মধ্যে অবস্থিতি করে, তাহা হইলে আলোক রশ্মিগুলি বহুমুখী (Divergent) হইয়া লেন্সের উপর পতিত হয় এবং অপরদিকে একটী বিন্দুতে মিলিত না হইয়া বহুমুখী (৪০শ চিত্র, গ গ) হইয়া লেন্স্ হইতে বহির্গত হইয়া যায়।

৩০শ চিত্র।

লেন্সের যে দিকে একটী আলোকময় বস্তু অবস্থান করে, তাহার অপর দিকে একখানি কাগজ, কাপড় বা ঘসা কাচের পর্দ্দা রাখিয়া উহাকে সম্মুখে বা পশ্চাতে এরূপভাবে সরাইতে হইবে যে উহার উপর আলোকময় পদার্থের একটী স্পষ্ট প্রতিবিম্ব পতিত হয়। যেখানে এই স্পষ্ট প্রতিবিম্ব পতিত হইবে, তথায় ঐ লেন্সের রশ্মি-কেন্দ্রের স্থান (Focus)।

নিম্নগর্ভ লেন্স্ (Double concave lens)।—নিম্নগর্ভ লেন্সের (৩১শ চিত্র, ক) মধ্য দিয়া আলোক-রশ্মি (খ) গমন করিবার সময়ে পরাবর্ত্তন-হেতু বহুমুখী (৩১শ চিত্র, গ গ) হইয়া পড়ে, সুতরাং পূর্ব্ববৎ একস্থানে মিলিত হইয়া একটী রশ্মি-কেন্দ্র (Focus) উৎপাদন করে না। আলোকময় পদার্থ ও লেন্সের মধ্যবর্ত্তী স্থানে এই আলোক-রশ্মিগুলি (৩১শ চিত্র, গ গ) লম্বমান করিলে রশ্মি-কেন্দ্র যে কাল্পনিক বিন্দুতে (ঘ) মিলিত হইবে, তাহাকে ঐ লেন্সের অপ্রকৃত (Virtual) রশ্মি-কেন্দ্র কহে। উহার অস্তিত্ব কাল্পনিক মাত্র, ইহাকে পর্দ্দার উপর পাতিত করিতে পারা যায় না।

৩১শ চিত্র।

প্রতিবিম্ব (Image)—কোন একটী বস্তু একখানি দ্বি-স্ফীতপৃষ্ঠ লেন্সের সম্মুখে রাখিলে লেন্সের অপর দিকে উহার একটী প্রকৃত প্রতিবিম্ব পড়ে। লেন্স্ হইতে বস্তুর দূরত্বের তারতম্যানুসারে এই প্রতিবিম্ব ক্ষুদ্র বা বৃহৎ হয় এবং বিপর্য্যস্ত (উল্টা) দেখায়। এই প্রতিবিম্বটী প্রকৃত (Real), কারণ যে স্থানে প্রতিবিম্ব পড়িবে, তথায় একখানি কাগজের বা ঘসা কাচের পর্দ্দা রাখিলে উহার উপর ঐ প্রতিবিম্ব পতিত হয়। যদি বস্তুটী লেন্স্ হইতে অধিক দূরে অবস্থিতি করে, তাহা হইলে উহার প্রতিবিম্ব ক্ষুদ্র ও বিপর্য্যস্ত হইতে দেখা যায়। বস্তুটী যত লেন্সের নিকটে লইয়া যাওয়া হইবে, প্রতিবিম্বটী তত বড় হইবে এবং দূরে সরিয়া যাইবে; এ কারণ পর্দ্দাখানি প্রতিবিম্ব ধারণ করিবার জন্য লেন্স্ হইতে ক্রমাগত দূরে সরাইয়া লইয়া যাইতে হইবে। এরূপ অবস্থায় প্রতিবিম্বটী ক্রমেই বড় হইবে কিন্তু বরাবর উল্টা থাকিবে।

এইরূপে বস্তুটি লেন্সের দিকে নীত হইয়া যখন উহার মুখ্য রশ্মি-কেন্দ্রের স্থানে আসিবে, তখন যেখানেই পর্দ্দাটী লইয়া যাওয়া হউক না কেন, উহার উপর আর প্রতিবিম্ব পড়িবে না। কারণ আলোক-রশ্মি তখন সমান্তরাল (Parallel) ভাবে লেন্সের অপর দিক দিয়া গমন করিবে, এক স্থানে মিলিত হইয়া রশ্মি-কেন্দ্র উৎপাদন করিবে না, সুতরাং উক্ত বস্তুর প্রতিবিম্ব উৎপন্ন হইবে না।

যদি বস্তু লেন্স্ এবং উহার মুখ্য রশ্মি-কেন্দ্রের মধ্যে অবস্থিত থাকে, তাহা হইলেও পর্দ্দার উপর ঐ বস্তুর প্রতিবিম্ব পতিত হইবে না, কিন্তু লেন্সের মধ্য দিয়া উক্ত বস্তুটী দেখিলে উহা অনেক বড় ও সোজা দেখা যাইবে। ঐ প্রতিবিম্ব অপ্রকৃত মাত্র (Virtual image), উহার অস্তিত্ব নাই বলিয়া উহাকে পর্দ্দার উপর পাতিত করিতে পারা যায় না।

দ্বি-স্ফীতপৃষ্ঠ লেন্সের মধ্য দিয়া কোন বস্তুকে দেখিলে উহা বড় দেখায়, এজন্য ইংরাজীতে এই প্রকারের লেন্স্‌কে ম্যাগ্‌নিফাইং গ্লাস্ (Magnifying Glass) কহে। পুস্তকের অক্ষরগুলি এই লেন্সের সাহায্যে বড় দেখায়, এজন্য পড়িবার সময় ক্ষীণদৃষ্টিযুক্ত লোকে এই লেন্স্ ব্যবহার করিয়া থাকে, এজন্য ইহা Reading lens নামেও অভিহিত হইয়া থাকে। পুস্তক হইতে লেন্স্‌খানি কিয়দ্দূরে রাখিলে অর্থাৎ পুস্তকের অক্ষরগুলি লেন্স্ ও উহার মুখ্য রশ্মি-কেন্দ্রের মধ্যবর্ত্তী স্থানে থাকিলে অক্ষরগুলি সোজা ও বড় দেখায়, সুতরাং পড়িবার বিশেষ সুবিধা হয়। এইরূপে সোজা ও বড় প্রতিবিম্ব দেখিয়া লেন্স্‌খানি যে দ্বি-স্ফীতপৃষ্ঠ (Double Convex Lens), তাহা আমরা বুঝিতে পারি। এই প্রকারের লেন্সের দ্বারা বস্তু বড় দেখায় বলিয়া ইহাকে সরল অণুবীক্ষণও (Simple Microscope) কহে। দ্বি-স্ফীতপৃষ্ঠ লেন্সের মধ্য দিয়া সূর্য্য-রশ্মি গমন করিলে উহার অপর দিকে তাপ-রশ্মি সমূহ মুখ্য-রশ্মি-কেন্দ্রে একত্রীভূত হয়। এই বিন্দু (Focus) সমস্ত তাপ-রশ্মির সমষ্টি বলিয়া উহার উত্তাপ এত প্রবল হয় যে কাগজ, বারুদ বা অপর কোন দাহ্য পদার্থ ঐ স্থানে রাখিলে উহা তৎক্ষণাৎ জ্বলিয়া উঠে। এইরূপ লেন্স্‌কে দাহক কাচ (Burning Glass) কহে। রৌদ্রে দাহক কাচ ধারণ করিয়া কাগজ, তুলা প্রভৃতি পদার্থ অনায়াসে দগ্ধ করিতে পারা যায়, ইহা অনেকেই পরীক্ষা

করিয়া দেখিয়াছেন। দীর্ঘদৃষ্টি-দোষ (Long sight) দূর করিবার জন্য এই প্রকারের লেন্স্ চশমার জন্য ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

একখানি নিম্নগর্ভ লেন্সের মধ্য দিয়া গমন করিবার সময় আলোক-রশ্মি বহুমুখী (Divergent) হইয়া পড়ে, সুতরাং আলোক-রশ্মির মিলনে একটি রশ্মি-কেন্দ্র উৎপন্ন হয় না বলিয়া লেন্সের অপর দিকে বস্তুটীর প্রতিবিম্ব পতিত হয় না। কিন্তু যদি লেন্সের মধ্য দিয়া বস্তুটীকে দেখা যায়, তাহা হইলে উহার একটী ছোট ও সোজা (Erect) প্রতিবিম্ব দেখিতে পাওয়া যায়। এইরূপ প্রতিবিম্ব দেখিয়া আমরা ঐ লেন্সখানি যে নিম্নগর্ভ (Double Concave Lens), তাহা জানিতে পারি। এই প্রতিবিম্বটীর অস্তিত্ব নাই, ইহা দৃষ্টির ভ্রমমাত্র, এজন্য ইহাকে অপ্রকৃত প্রতিবিম্ব (Virtual image) কহে। এই প্রকার লেন্স্ হ্রস্বদৃষ্টি-দোষ (Short sight) দূর করিবার জন্য চশমা রূপে ব্যবহৃত হয়।

অণুবীক্ষণ (Microscope)—যে সকল পদার্থ কল্পনাতীত ক্ষুদ্র, যাহা কখনই চক্ষু দ্বারা দেখিবার আশা ছিল না, অণুবীক্ষণ যন্ত্র দ্বারা তাহা সহজেই দেখিতে পাওয়া যায়। আমাদিগের রক্তের মধ্যে যে লোহিত রক্ত-কণিকা (Red Corpuscles) আছে, তাহার ব্যাস (Diameter) ১/৩২০০ ইঞ্চির অধিক নহে। এরূপ ক্ষুদ্র পদার্থকে চক্ষুর দ্বারা দেখিবার আশা কখনই ছিল না, কিন্তু উৎকৃষ্ট অণুবীক্ষণ যন্ত্র দ্বারা রক্ত পরীক্ষা করিলে এই এক একটী রক্ত-কণিকা একটী মসুর ডালের মত বৃহৎ দেখায় এবং উহাদিগের মধ্যে অবস্থিত আরো ক্ষুদ্রতর পদার্থ (যেমন ম্যালেরিয়াগ্রস্থ রোগীর রক্তে ঐ রোগের কীটাণু) দেখিতে পাওয়া যায়। রক্ত-কণিকা হইতেও অধিকতর ক্ষুদ্র রোগজননকারী বীজাণু (Bacillus) অণুবীক্ষণ সাহায্যে আবিষ্কৃত হইয়াছে। অণুবীক্ষণ আবিষ্কৃত না হইলে কলেরা, টাইফয়েড জ্বর, ম্যালেরিয়া, প্লেগ প্রভৃতি উৎকট উৎকট রোগের উৎপত্তির কারণ কেহই জানিতে পারিত না।

অণুবীক্ষণের-গঠন প্রণালী বিশেষ জটিল নহে। যে দ্বিস্ফীত-পৃষ্ঠ লেন্সের দ্বারা পুস্তকের অক্ষর বড় দেখায়, তাহাও একপ্রকার অণুবীক্ষণ। ইহাকে সরল অণুবীক্ষণ (Simple Microscope) কহে। কিন্তু এই যন্ত্র দ্বারা অতি ক্ষুদ্র

বস্তু নয়নগোচর হয় না। এজন্য সচরাচর দুই বা ততোধিক এই প্রকৃতির লেন্স্ একত্রে সংযুক্ত করিয়া যে অণুবীক্ষণ যন্ত্র নির্ম্মিত হয়, তদ্বারা আমরা অতি ক্ষুদ্র বস্তুও দেখিতে সমর্থ হই। এইরূপ দুই বা ততোধিক লেন্স্ যুক্ত যন্ত্র অণুবীক্ষণ (Compound Microscope) নামে অভিহিত। একটী লম্ববান পিত্তলের চোঙ্গের দুই প্রান্তে দুইটী ক্ষুদ্র পিত্তলের চোঙ্গ সংলগ্ন থাকে এবং এই দুইটী ক্ষুদ্র চোঙ্গে লেন্সগুলি সংযুক্ত থাকে। কোন পদার্থ অণু-বীক্ষণ দ্বারা দেখিতে হইলে উহাকে দুইখানি কাচের (Slides) মধ্যে স্থাপন করিতে হয়। পদার্থ এরূপ পাতলা হওয়া চাই যে উহার মধ্য দিয়া স্বচ্ছন্দে আলোক যাইতে পারে। পদার্থটি চোঙ্গের নিম্নপ্রান্তের সন্নিকটে রাখিয়া অপর প্রান্ত দিয়া দেখিলে উহা বড় দেখায়। যে ক্ষুদ্র-চোঙ্গটী পদার্থের সন্নিকটে থাকে, তাহাকে অব্জেক্ট্ পিস্ (Object piece) এবং যে ক্ষুদ্র চোঙ্গের মধ্য দিযা উহাকে দেখিতে হয়, তাহাকে আই পিস্ (Eye piece) কহে। একটি পিত্তলের আধারের (Stand) উপর বৃহৎ চোঙ্গটি আবদ্ধ থাকে এবং প্রয়োজনমত স্ক্রু-সাহায্যে আমরা উহাকে উপরে উঠাইতে বা নীচে নামাইতে পারি। চোঙ্গের নিম্নদেশে একখানি পিত্তলের পাত থাকে, ইহার উপর পদার্থটী স্থাপন করিয়া পরীক্ষা করিতে হয়; ইংরাজীতে ইহাকে ষ্টেজ্ (Stage) কহে। ইহার মধ্যস্থলে একখানি দর্পণ (Mirror) সংলগ্ন থাকে। ইহার দ্বারা সূর্য্যালোক বা দীপালোক প্রতিফলিত হইয়া কাচের মধ্যস্থিত পদার্থের উপর পতিত হয় এবং উহাকে উজ্জ্বল করে; আলোকের আধিক্যহেতু উহা অধিকতর স্পষ্টরূপে দৃষ্ট হয়। দৃষ্ট পদার্থ হইতে আলোক-রশ্মি অব্জেক্ট্ পিসের মধ্য দিয়া অণুবীক্ষণে প্রবেশ করে এবং বৃহৎ চোঙ্গের মধ্যে আই পিস্ ও তাহার মুখ্য রশ্মি-কেন্দ্রের মধ্যবর্ত্তী স্থানে উক্ত বস্তুর একটী বৃহদা-কারের বিপর্য্যস্ত প্রতিবিম্ব পতিত হয়। আই পিসের মধ্য দিয়া দেখিলে এই প্রতিবিম্বের একটী সুবৃহৎ সোজা অপ্রকৃত (Virtual) প্রতিবিম্ব আমরা দেখিতে পাই, সুতরাং বস্তুটী আরো বৃহদাকারের দেখায়। উৎকৃষ্ট অণুবীক্ষণে অব্জেক্ট্ পিস্ তিনখানি এবং আই পিস্ দুইখানি লেন্সের দ্বারা গঠিত হয়; ইহাতে দৃষ্ট পদার্থ সমধিক বৃহৎ দেখায় এবং প্রতিবিম্বের বর্ণ-ঘটিত দোষ (Chromatic aberration) সংশোধিত হয়।

দূরবীক্ষণ (Telescope)—এই যন্ত্র সাহায্যে আমরা বহু দূরস্থিত ক্ষুদ্র বস্তু বৃহদাকারে দেখিতে পাই। ইহার গঠন অণুবীক্ষণের ন্যায়। ইহাতেও আই পিস্ এবং অব্জেক্ট্ পিস্ নামক লেন্স্যুক্ত দুইটী ক্ষুদ্র চোঙ্গ একটী বৃহৎ পিত্তলের চোঙ্গে সংযুক্ত থাকে। এই বৃহৎ পিত্তলের চোঙ্গটী অনেকগুলি ছোট ছোট চোঙ্গের দ্বারা নির্ম্মিত এবং এই চোঙ্গগুলি টানিয়া দূরবীক্ষণকে প্রয়োজনমত অধিক লম্বা বা ছোট করা যাইতে পারে। দূরস্থিত বস্তু হইতে আলোক-রশ্মি অব্জেক্ট্ পিসের মধ্য দিয়া দূরবীক্ষণের মধ্যে প্রবিষ্ট হয় এবং আই পিস্ ও উহার মুখ্য রশ্মি-কেন্দ্রের মধ্যবর্ত্তী স্থানে উক্ত বস্তুর একটী প্রতিবিম্ব পাতিত করে। এক্ষণে আই পিস্ দ্বারা দেখিলে উক্ত প্রতিবিম্ব বড় সুতরাং বস্তুটী অতি নিকটবর্ত্তী দেখায়। অণুবীক্ষণের ন্যায় দূরবীক্ষণেও একের অধিক লেন্স্ দ্বারা আই পিস্ ও অব্জেক্ট্ পিস্ নির্ম্মিত হইয়া থাকে।

দূরবীক্ষণ সচরাচর দুই প্রকারের হইয়া থাকে। এক প্রকার দূরবীক্ষণ পৃথিবীস্থিত বস্তু দেখিবার জন্য ব্যবহৃত হয়, ইহাকে ইংরাজীতে Terrestrial telescope কহে। আর এক প্রকার দূরবীক্ষণ আকাশস্থিত গ্রহ নক্ষত্রাদি দেখিবার জন্য ব্যবহৃত হয়, ইহাকে ইংরাজীতে Astronomical telescope কহে। প্রসিদ্ধ জ্যোতির্ব্বিদ্ গ্যালিলিও (Galileo) গ্রহ নক্ষত্রাদির তত্ত্ব নিরূপণ করিবার জন্য এই প্রকারের দূরবীক্ষণ প্রথম ব্যবহার করেন। তিনি অসাধারণ প্রতিভাবলে দূরবীক্ষণ না দেখিয়া শুদ্ধ উহার গুণ কর্ণে শুনিয়াই এই যন্ত্র স্বাধীন ভাবে আবিষ্কার করিয়াছিলেন। তাঁহার দূরবীক্ষণে একখানি দ্বি-স্ফীতপৃষ্ঠ ও একখানি নিম্নগর্ভ লেন্স্ আছে। কেপ্লার প্রভৃতি আধুনিক বৈজ্ঞানিকগণ গ্যালিলিওর আবিষ্কৃত দূরবীক্ষণের অনেক উন্নতি সাধন করিয়াছেন।

একটী অতি সামান্য ঘটনা হইতে দূরবীক্ষণের আবিষ্কার হইয়াছিল। হলণ্ডদেশে এক ব্যক্তি চশমা বিক্রয় করিতেন। একদা তাঁহার পুত্রগণ পিতার দোকান হইতে চশমার একখানি দ্বি-স্ফীতপৃষ্ঠ ও একখানি নিম্নগর্ভ লেন্স্ লইয়া খেলা করিতেছিল এবং এই দুইখানি কাচের মধ্য দিয়া একটী গির্জ্জার চূড়া লক্ষ্য করিবার সময় দেখিল যে ঐ চূড়া অতি নিকটবর্ত্তী ও বড় দেখাইতেছে। এই আশ্চর্য্য ঘটনা তাহারা তাহাদিগের পিতার

সন্নিধানে নিবেদন করিলে তিনি স্বয়ং পরীক্ষা দ্বারা উহার যাথার্থ্য প্রমাণ করেন এবং লেন্স্গুলি একটি পিত্তলের চোঙ্গে যথারীতি সাজাইয়া দূরবীক্ষণ যন্ত্রের প্রথম আবিষ্কার করিয়াছিলেন।

অণুবীক্ষণ ও দূরবীক্ষণ ব্যতীত অপর কতকগুলি প্রয়োজনীয় যন্ত্র দ্বি-স্ফীত-পৃষ্ঠ লেন্স্ দ্বারা নির্ম্মিত হইয়া থাকে। ম্যাজিক্ ল্যাণ্টার্ন্ (Magic Lantern) দ্বারা কাচে অঙ্কিত ক্ষুদ্র চিত্রগুলি পর্দ্দার উপর আলোক সাহায্যে পাতিত করিলে উহাদিগকে অত্যন্ত বৃহৎ দেখায় এবং এই উপায়ে বহুদেশের বহুঘটনার চিত্র ও প্রকৃতির মনোরম দৃশ্য সমূহ অনায়াসে বহুলোককে একত্রে দেখাইয়া তাহাদিগের মনোরঞ্জন করিতে পারা যায়। ফটোগ্রাফ্ লইবার জন্য ক্যামেরা অব্স্কিউরা (Camera Obscura) নামক যে যন্ত্র ব্যবহৃত হয়, তাহার সম্মুখ দেশে একের অধিক লেন্স্ অবস্থিত থাকে এবং উহাদিগের সাহায্যে পদার্থ হইতে আলোক-রশ্মি ঘনীভূত হইয়া প্লেটের উপর পতিত হয় এবং চিত্র উৎপাদন করে। ষ্টীরীওস্কোপ্ (Stereoscope) নামক যে যন্ত্র দ্বারা একই পদার্থের বিভিন্ন স্থান হইতে গৃহীত দুইখানি ফটোগ্রাফ্ একত্রে দেখিলে উহাকে চিত্রে অঙ্কিত অর্থাৎ ছবির ন্যায় না দেখাইয়া স্বাভাবিক অবস্থায় দেখিতে পাওয়া যায়, তাহাও লেন্স্ সাহায্যে গঠিত হইয়া থাকে। এতদ্ব্যতীত অপ্থাল্‌মস্কোপ্ (Ophthalmoscope), লেরিঙ্গস্কোপ্ (Laryngoscope) প্রভৃতি যে সকল যন্ত্র আমরা চক্ষু এবং শ্বাসনালীর অভ্যন্তর-প্রদেশ পরীক্ষার জন্য ব্যবহার করিয়া থাকি, তাহারাও লেন্স্ এবং দর্পণ এতদুভয়ের সম্মিলনে নির্ম্মিত হইয়া থাকে।

দীর্ঘ ও হ্রস্বদৃষ্টি—(Long and Short Sight)—অনেকে দূরে ভাল দেখিতে পান কিন্তু নিকটবর্ত্তী পদার্থ দেখিতে হইলে (যেমন পুস্তক পড়া) তাঁহারা চশমা ব্যতীত দেখিতে পান না। বৃদ্ধ বয়সে সচরাচর এই দৃষ্টি-দোষ লক্ষিত হইয়া থাকে; ইহাকে দীর্ঘদৃষ্টি (Long sight or Presbyopia) কহে। অল্পবয়সে এই দোষ হইলে ইহাকে হাই-পার্‌মেট্রোপিয়া (Hypermetropia) কহে।

অল্প বয়সে আর এক প্রকার দৃষ্টি-দোষ দেখিতে পাওয়া যায়। অনেক বালক দূরের জিনিস ভাল দেখিতে পায় না, ক্লাসে বসিয়া বোর্ডের

লেখা স্পষ্ট করিয়া দেখিতে পায় না, কিন্তু পুস্তকখানি চক্ষুর নিতান্ত নিকটে আনিয়া পড়িতে সক্ষম হয়। ইহাকে হ্রস্বদৃষ্টি (Short sight or Myopia) কহে। চক্ষুর গঠন সম্বন্ধে কিঞ্চিৎ বৈলক্ষণ্য উপস্থিত হইয়া এই দুই প্রকার দৃষ্টি-দোষ ঘটিয়া থাকে।

আমাদের চক্ষুর মধ্যে কাচের ন্যায় স্বচ্ছ দ্বি-স্ফীতপৃষ্ঠ একখানি লেন্স্ আছে। দৃষ্ট পদার্থ হইতে আলোক-রশ্মি তারকার ছিদ্র দিয়া চক্ষুর অভ্যন্তরে প্রবেশ করে এবং লেন্স্ ভেদ করিয়া উহার পশ্চাদ্দেশে রেটিনাতে পতিত হয় এবং তথায় উক্ত বস্তুর একটী চিত্র উৎপাদন করে। এই ঘটনা অপ্টিক্ নার্ভের দ্বারা মস্তিষ্কে নীত হইলে আমাদের দৃষ্টি-জ্ঞান জন্মিয়া থাকে। আমরা পূর্ব্বেই বলিয়াছি যে, লেন্স্ সাহায্যে আলোক-রশ্মি ঘনীভূত হইয়া একটী বিন্দুতে (Focus) মিলিত হয়; আলোক-রশ্মির ফোকাস্ (Focus) ভালরূপ না হইলে উক্ত বস্তুর চিত্র স্পষ্ট হয় না। স্বাভাবিক অবস্থায় আমাদিগের চক্ষু এরূপ কৌশলে নির্ম্মিত যে, কি নিকটের বস্তু, কি দূরের বস্তু, যাহাই আমরা দেখি না কেন, উহা হইতে আলোক-রশ্মি লেন্সের মধ্য দিয়া যাইবার সময়, লেন্সের বক্রতার (Curvature) হ্রাস বা বৃদ্ধি এরূপ সুন্দরভাবে আপনাপনি ঘটিয়া থাকে যে, আলোক-রশ্মির ফোকাস্ ঠিক রেটিনার উপর পতিত হয়, সুতরাং ঐ বস্তু আমরা স্পষ্টভাবে দেখিতে পাই। চক্ষু (Eye-ball) যদি একটু বেশী লম্বা বা খর্ব্ব হয়, তাহা হইলে আলোক-রশ্মির ফোকাস্ (Focus) ঠিক রেটিনার উপর না পড়িয়া রেটিনার ঈষৎ সম্মুখ বা পশ্চাদ্দেশে পতিত হয়; সুতরাং এরূপ অবস্থায় উক্ত বস্তুর একটী সুস্পষ্ট চিত্র রেটিনার উপর পতিত হয় না বলিয়া বস্তুটী অস্পষ্ট দেখায়। অল্পবয়স্ক বালক ও যুবকদিগের মধ্যে অনেক সময়ে চক্ষুর সম্মুখ হইতে পশ্চাদ্দিকের দৈর্ঘ্য স্বাভাবিক অপেক্ষা অধিক হইয়া থাকে; এরূপ হইলে বাহ্য বস্তুর চিত্র রেটিনার উপর স্পষ্টভাবে পতিত না হইয়া উহার সম্মুখ প্রদেশে পতিত হয়, সুতরাং বস্তুটী অস্পষ্ট দেখায়। একখানি (Double concave lens) চক্ষুর সম্মুখে রাখিলে আলোক-রশ্মি প্রথমতঃ বহুমুখী হইয়া পরে চক্ষুর অভ্যন্তরস্থিত লেন্সের মধ্য দিয়া যাইবার সময় পুনরায় একমুখী হইয়া পূর্ব্ব ফোকাসের পশ্চাদ্দেশে মিলিত হইয়া

একটী ফোকাস্ রেটিনার উপর নির্ম্মাণ করে। এইরূপে চক্ষুস্থিত লেন্সের সমধিক বক্রতার জন্য যে দোষ ঘটিয়া থাকে, তাহা শোধিত হইয়া ঠিক রেটিনার উপর পদার্থ হইতে আলোক-রশ্মি একটী বিন্দুতে মিলিত হয়; সুতরাং উক্ত পদার্থের একটী স্পষ্ট চিত্র রেটিনার উপর পতিত হয়। এ কারণ, যাঁহাদিগের হ্রস্ব-দৃষ্টি-দোষ (Myopia or Short sight) আছে, তাঁহারা নিম্নগর্ভ (Double concave) লেন্সের চসমা ব্যবহার করিলেই বেশ স্পষ্ট দেখিতে পান এবং তদ্দ্বারা এই প্রকার দৃষ্টি-দোষ শোধিত হইয়া যায়। হাইপারমেট্রোপিয়া রোগে চক্ষু লম্বায় ছোট থাকে, সুতরাং বাহ্য বস্তুর ফোকাস্ রেটিনার পশ্চাদ্দেশে পতিত হয়। অপরন্তু বৃদ্ধ বয়সে লেন্সের বক্রতার হ্রাস হয় অর্থাৎ উহা চেপ্টা হইয়া পড়ে, এ কারণ আলোক-রশ্মি চক্ষুর মধ্যে প্রবেশ করিয়া রেটিনার উপর একটী বিন্দুতে সম্মিলিত না হইয়া উহার পশ্চাদ্দেশে পতিত হয়, সুতরাং রেটিনার উপর চিত্র স্পষ্ট হয় না বলিয়া বস্তুটী অস্পষ্ট দেখায়। এরূপ অবস্থায় একখানি দ্বি-স্ফীত-পৃষ্ঠ (Double convex) লেন্স্ চক্ষুর সম্মুখে রাখিলে আলোক-রশ্মি অধিকতর একমুখী হইয়া নিকটে ফোকাস্ নির্ম্মাণ করে অর্থাৎ একেবারে রেটিনার উপর ফোকাস্ (Focus) উৎপাদন করে, সুতরাং ঐ বস্তুর একটী স্পষ্ট চিত্র রেটিনার উপর পতিত হয় বলিয়া উহা পরিষ্কার দেখিতে পাওয়া যায়। এই কারণে যাঁহাদের দীর্ঘ-দৃষ্টি-দোষ (Hypermetropia or Presbyopia) আছে, তাঁহারা দ্বি-স্ফীত-পৃষ্ঠ (Double convex) লেন্স্ চশমারূপে ব্যবহার করিলে তাঁহাদিগের দৃষ্টি-দোষ শোধিত হইয়া যায় এবং তাঁহারা নিকটস্থ পদার্থ এইরূপ চশমা সাহায্যে স্পষ্ট দেখিতে পান। দূরের জিনিষ দেখিবার জন্য তাঁহাদের চশমার আবশ্যক হয় না।

দ্বি-স্ফীত-পৃষ্ঠ ও নিম্নগর্ভ দুইখানি লেন্স্ একত্রে সংযোজিত হইয়া হ্রস্ব-দৃষ্টি দূর করিবার জন্য চশমারূপে ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

তৃতীয় পরিচ্ছেদ।

তড়িৎ (Electricity)।

১। তড়িতের প্রকৃতি।

তড়িৎ যে কি পদার্থ, এ পর্য্যন্ত তাহা নির্ণীত হয় নাই। কিন্তু উহার নানাবিধ কার্য্যকলাপ দর্শনে তাপ, আলোক প্রভৃতির ন্যায় ইহাও একটী ভৌতিকশক্তি (Physical Force) বলিয়া পরিগণিত হয়।

তড়িতের ধর্ম্ম।—তড়িৎ প্রধানতঃ (১) অন্য পদার্থকে আকর্ষণ (Attraction) বা বিপ্রকর্ষণ (Repulsion) অর্থাৎ দূরীকরণ করিয়া স্বীয় শক্তির পরিচয় প্রদান করে। ইহা ব্যতীত (২) তড়িতের বিকাশে তাপ ও আলোকের উৎপত্তি হয় এবং (৩). রাসায়নিক মিলন ও বিশ্লেষণ (Chemical combination and decomposition) সংসাধিত হইয়া থাকে। (৪) তড়িৎ-প্রবাহ আমাদের শরীরে সঞ্চালিত হইলে পেশী (Muscle) সকলের আক্ষেপ (Spasm) উপস্থিত হয় এবং আমরা একপ্রকার স্পন্দন (Shock) অনুভব করিয়া থাকি; তড়িৎ-প্রবাহ সমধিক প্রবল হইলে তৎক্ষণাৎ মৃত্যু উপস্থিত হয়।

অতি প্রাচীনকাল হইতে মানবমণ্ডলী তড়িতের কার্য্য লক্ষ্য করিয়া আসিতেছেন। খৃষ্ট জন্মিবার ছয় শত বৎসর পূর্ব্বে অনেকেই এম্বার্ (Amber) নামক লাক্ষার ন্যায় একপ্রকার পদার্থ, রেশমী বস্ত্র দ্বারা ঘর্ষিত হইলে, পালক, সূতা প্রভৃতি লঘু পদার্থ আকর্ষণ করে, ইহা অবগত ছিলেন। খৃষ্টীয় ষোড়শ শতাব্দীতে ডাক্তার গিল্‌বার্ট্ প্রমাণ করেন যে, এম্বার্ ব্যতীত কাচ, লাক্ষা গন্ধক প্রভৃতি পদার্থও ভিন্ন ভিন্ন বস্তু দ্বারা ঘর্ষিত হইলে আকর্ষণ-শক্তি প্রাপ্ত হয়। যাহা হউক, অষ্টাদশ শতাব্দীর পূর্ব্বে তড়িৎ সম্বন্ধে আমাদের জ্ঞান নিতান্ত সীমাবদ্ধ ছিল, কিন্তু অধুনা ইহা সমধিক উৎকর্ষ লাভ করিয়াছে এবং উত্তরোত্তর অধিকতর প্রসার প্রাপ্ত হইতেছে। তড়িৎ দ্বারা মানবের যে কি অশেষ উপকার সাধিত হইতেছে, তাহা বর্ণনাতীত; তড়িৎ-শকট, তড়িতালোক প্রভৃতি ছাড়িয়া দিয়া শুদ্ধ তড়িৎ-সাহায্যে সংবাদ প্রেরণ (Electric Telegrpah and Wireless Telegraphy) ব্যাপারটী মনোমধ্যে একবার চিন্তা করিলে তড়িতের উপকারিতা উপলব্ধি করিয়া আশ্চর্য্যান্বিত হইতে হয়।

তড়িতের প্রকৃতি।—তড়িতের ক্রিয়া পর্য্যালোচনা করিয়া ইহার

প্রকৃতি সম্বন্ধে নানাবিধ মত (Theory) উদ্ভাবিত হইয়াছে। সিমার্ (Symmer) নামক বৈজ্ঞানিক পণ্ডিতের মতই অধুনা সর্ব্ববাদিসম্মত। তিনি বলেন যে, প্রত্যেক পদার্থের মধ্যে অতি তরল, ভারহীন তড়িৎ দ্রব (Electric fluid) নামক এক প্রকার পদার্থ নিহিত আছে। এই পদার্থ দুই বিপরীত প্রকৃতির তড়িতের মিলনে উৎপন্ন। যতক্ষণ ইহারা মিলিতাবস্থায় থাকে, ততক্ষণ আমরা পদার্থমধ্যে তড়িতের কোন ক্রিয়াই দেখিতে পাই না। পদার্থের এই অবস্থাকে নিক্রিয় অবস্থা (Neutral state) কহে। ঘর্ষণ, রাসায়নিক ক্রিয়া বা অপর কোন উপায়ে পদার্থনিহিত নিক্রিয় তড়িত-দ্রবকে বিশ্লেষণ করিয়া দুই বিপরীত প্রকৃতির তড়িতে পৃথক্ করিতে পারা যায়। এক প্রকৃতির তড়িৎ সংযোগ-তড়িৎ (Positive electricity) এবং অপর প্রকৃতির তড়িৎ বিয়োগ-তড়িৎ (Negative edectricity) নামে অভিহিত হইয়া থাকে। এক প্রকৃতির তড়িৎ উৎপন্ন হইলে অপর প্রকৃতির তড়িতের উৎপাদন অবশ্যম্ভাবী এবং উহারা সর্ব্বত্র সমপরিমাণে উৎপন্ন হইয়া থাকে। কিন্তু নানা উপায়ে যে কোন পদার্থমধ্যে সংযোগ বা বিয়োগ তড়িতের পরিমাণের বৃদ্ধি করিতে পারা যায়। পদার্থমধ্যে সংযোগ তড়িতের পরিমাণ অধিক থাকিলে উহাকে সংযোগ-তড়িৎ-যুক্ত (Positively electrified) এবং বিয়োগ তড়িতের পরিমাণ অধিক থাকিলে উহাকে বিয়োগ তড়িৎ-যুক্ত (Negatively electrified) কহা যায়।

যে সকল উপায়ে তড়িৎ উৎপন্ন হইয়া থাকে, তন্মধ্যে ঘর্ষণ (Friction) এবং রাসায়নিক ক্রিয়া (Chemical action) এই দুই উপায়ই প্রধান। ঘর্ষণ দ্বারা উৎপন্ন তড়িৎকে ঘর্ষণোৎপন্ন তড়িৎ (Frictional or Franklinic or Static Electricity) কহে; রাসায়নিক-ক্রিয়া-জনিত- তড়িৎ ভল্টা বা গ্যাল্ভ্যানির তড়িৎ (Voltaic or Galvanic Electricity) নামে অভিহিত। আমরা প্রথমতঃ ঘর্ষণোৎপন্ন তড়িতের বিষয় আলোচনা করিব।

২। ঘর্ষণোৎপন্ন তড়িৎ (Frictional Electricity)

কাচ বা লাক্ষা দণ্ড রেশমী বস্ত্র বা ফ্ল্যানেলের দ্বারা ঘর্ষিত হইলে উহাদিগের মধ্যে তড়িৎ উৎপন্ন হয় এবং ক্ষুদ্র কাগজ বা সোলার টুক্রার ন্যায় লঘু পদার্থ আকর্ষণ করিবার উহাদিগের ক্ষমতা জন্মে।

২৭শ পরীক্ষা।—একটী কাচ বা লাক্ষাদণ্ড ফ্ল্যানেলের দ্বারা ঘর্ষণ করিয়া ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কাগজ বা সোলাখণ্ডের সন্নিকটে আনয়ন কর; দেখিবে উহারা আকৃষ্ট হইয়া উক্ত দণ্ডে সংলগ্ন হইয়াছে। (৩২শ চিত্র)।

এদেশে বায়ু মধ্যে জলবাষ্প অধিক থাকে বলিয়া কাচদণ্ড ও ফ্ল্যানেল্ খণ্ডকে পরীক্ষার সময়ে উত্তাপ সংযোগে শুষ্ক করিয়া লইতে হইবে।

৩২শ চিত্র।

তড়িৎ-নির্দ্দেশক যন্ত্র (Electroscope)—কোন পদার্থে তড়িৎ উৎপন্ন হইয়াছে কি না, জানিবার নিমিত্ত যে যন্ত্র ব্যবহৃত হয়, তাহাকে তড়িৎ-নির্দ্দেশক যন্ত্র কহে। অতি সহজ উপায়ে নির্ম্মিত একপ্রকার তড়িৎ-নির্দ্দেশক যন্ত্রের চিত্র (৩৩শ চিত্র) পার্শ্বে প্রদর্শিত হইল; ইহা সচরাচর ইলেক্‌ট্রিক্ পেন্‌ডুলম্ (Electric pendulum) নামে অভিহিত। কাষ্ঠের আধারে স্থাপিত একটী বক্র কাচদণ্ডে রেশমী সূতা দ্বারা একখণ্ড ক্ষুদ্র সোলা ঝুলাইয়া এই যন্ত্র নির্ম্মিত হয়। কোন একটী কাচদণ্ড রেশমী রুমাল দ্বারা ঘর্ষণ করিয়া উক্ত সোলা-খণ্ডের সন্নিকটে ধারণ করিলে উহা আকৃষ্ট হইবে। সোলাখণ্ড এইরূপে আকৃষ্ট হইলে কাচদণ্ডে তড়িৎ উৎপন্ন হইয়াছে, ইহাই প্রমাণিত হয়।

৩৩শ চিত্র।

আকর্ষণ ও বিপ্রকর্ষণ (Attraction and Repulsion)—কাচদণ্ড রেশমী বস্ত্র দ্বারা ঘর্ষিত হইয়া সোলাখণ্ডের নিকট নীত হইলে উহা প্রথমতঃ আকৃষ্ট হইয়া কাচদণ্ডকে স্পর্শ করে, কিন্তু স্পর্শ করিবার অব্যবহিত পরেই দূরে অপসৃত হয়। অতঃপর উক্ত কাচদণ্ড যতবার ঐ সোলার সন্নিকটে নীত হইবে, ততবারই সোলাখণ্ড পুনরাকৃষ্ট না হইয়া বিপ্রকৃষ্ট অর্থাৎ দূরীভূত হইবে। এক্ষণে যদ্যপি একটী লাক্ষাদণ্ড (Shellac Rod) ফ্ল্যানেল্ দ্বারা ঘর্ষিত হইয়া পূর্ব্বোক্ত কাচদণ্ড-স্পৃষ্ট সোলাখণ্ডের নিকট নীত হয়, তাহা হইলে উহা পূর্ব্ববৎ দূরে না যাইয়া লাক্ষাদণ্ড দ্বারা আকৃষ্ট হইবে।

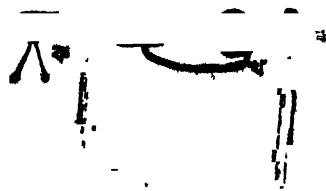
পুনশ্চ কাচদণ্ডের পরিবর্ত্তে যদি একটী লাক্ষাদণ্ড ফ্ল্যানেল্ দ্বারা ঘর্ষিত হইয়া

অপর এক খণ্ড সোলার নিকট নীত হয়, তাহা হইলে উহা প্রথমতঃ আকৃষ্ট হইয়া লাক্ষাদণ্ডে সংলগ্ন হয় কিন্তু ক্ষণকাল পরেই দূরে অপসরণ করে। অতঃপর যতবার উক্ত লাক্ষাদণ্ড ফ্ল্যানেল্ দ্বারা ঘর্ষিত হইয়া ঐ সোলার নিকট আনীত হইবে, ততবারই উহা পূর্ব্ববৎ আকৃষ্ট না হইয়া দূরে গমন করিবে। কিন্তু একটী কাচদণ্ড রেশমী বস্ত্র দ্বারা ঘর্ষিত হইয়া লাক্ষাদণ্ড-স্পৃষ্ট ঐ সোলার নিকট নীত হইলে উহা বিপ্রকৃষ্ট না হইয়া আকৃষ্ট হইবে। তবেই দেখা যাইতেছে যে, সোলাখণ্ড একবার পূর্ব্বোক্ত তড়িৎযুক্ত কাচদণ্ড দ্বারা আকৃষ্ট হইয়া উহাতে স্পৃষ্ট হইলে পুনরায় উহা দ্বারা আকৃষ্ট না হইয়া বিপ্রকৃষ্ট হয় কিন্তু ঐ সোলাখণ্ডই আবার ফ্ল্যানেল্-ঘর্ষিত লাক্ষাদণ্ড দ্বারা আকৃষ্ট হয়। অপরন্তু এক খণ্ড সোলা প্রথমতঃ ঐ তড়িৎযুক্ত লাক্ষাদণ্ড দ্বারা আকৃষ্ট হইয়া উহাতে স্পৃষ্ট হইলে উহা দ্বারা পুনরাকৃষ্ট হয় না, কিন্তু ঐ সোলাখণ্ডই আবার রেশমী-বস্ত্র-ঘর্ষিত কাচদণ্ড দ্বারা আকৃষ্ট হয়।

সংযোগ ও বিয়োগ তড়িৎ (Positive and Negative Electricity)—পূর্ব্বোক্ত পরীক্ষা দ্বারা আমরা জানিতে পারি যে, তড়িৎ দুই প্রকার। কাচদণ্ড রেশমী বস্ত্র দ্বারা ঘর্ষিত হইলে যে তড়িৎ উৎপন্ন হয়, তাহাকে সংযোগ-তড়িৎ (Vitreous or Positive Electricity) কহে এবং লাক্ষাদণ্ড ফ্ল্যানেল্ দ্বারা ঘর্ষিত হইলে যে তড়িৎ উৎপন্ন হয়, তাহাকে বিয়োগ-তড়িৎ (Resinous or Negative Electricity) কহে। এই দুই প্রকার তড়িৎই স্বতন্ত্রভাবে অপর লঘু বস্তুকে আকর্ষণ করিতে পারে। কোন দুইটী পদার্থ একই প্রকৃতির তড়িৎ-যুক্ত হইলে উহারা পরস্পর আকৃষ্ট না হইয়া বিপ্রকৃষ্ট হয়; অপরন্তু দুইটী পদার্থ বিপরীত প্রকৃতির তড়িৎ দ্বারা সংক্রামিত হইলে পরস্পর আকৃষ্ট হইয়া থাকে।

নিম্নলিখিত পরীক্ষা দ্বারা উপরিউক্ত তত্ত্ব সুন্দররূপে প্রমাণিত হইবে:—

২৮শ পরীক্ষা।—কাচদণ্ডের উপর স্থাপিত পিত্তল-নির্ম্মিত একটী চোঙ্গের (৩৩শ চিত্র, ক) এক প্রান্তে দুইটী ক্ষুদ্র সোলাখণ্ড সূতা দ্বারা ঝুলাইয়া চোঙ্গটীকে ভস্ বা উইম্‌সৃহষ্ট নির্ম্মিত তড়িৎ যন্ত্রের (Voss or Wimshurst's Electrical machine) সংযোগ-দণ্ডের (খ) সহিত

৩৩ চিত্র।

একটী পিত্তলের শিকল দ্বারা সংযুক্ত কর ; তড়িৎ-যন্ত্র চালাইলে ঐ দুই খণ্ড সোলা পরস্পর হইতে পৃথক্ হইয়া পড়িবে।

ইহার কারণ এই যে, পিত্তলের চোঙ্গটী তড়িৎ-যন্ত্র-সংস্পর্শে সংযোগ্-তড়িৎ-যুক্ত হয় এবং উহার কিয়দংশ সূত্র দ্বারা পরিচালিত হইয়া দুই খণ্ড সোলাতে সংক্রামিত হয় ; দুই খণ্ড সোলা একই প্রকার তড়িৎ-যুক্ত (সংযোগ তড়িৎ) হয় বলিয়া পরস্পর হইতে দূরে গমন করে।

এতদ্দ্বারা ইহা প্রমাণিত হইতেছে যে, দুইটী বস্তু একই প্রকৃতির তড়িৎ-যুক্ত হইলে পরস্পর আকৃষ্ট না হইয়া বিপ্রকৃষ্ট হয়।

এক্ষণে আমরা যদি পূর্ব্ববৎ দুইখণ্ড সোলাযুক্ত আর একটী পিত্তলের চোঙ্গ তড়িৎ-যন্ত্রের বিয়োগদণ্ডের সহিত যুক্ত করিয়া দিই, তাহা হইলে ঐ দুই খণ্ড সোলাও পরস্পর হইতে পৃথক্ হইবে, কেন না, এ স্থলে উহারা একই প্রকার অর্থাৎ বিয়োগ-তড়িৎ দ্বারা সংক্রামিত হইয়াছে। অতঃপর যদি আমরা সংযোগ ও বিয়োগ-তড়িৎ-যুক্ত এই দুইটী চোঙ্গকে পরস্পর নিকটস্থ করি, তাহা হইলে একের সোলা অপরের সোলা দ্বারা আকৃষ্ট হইবে। ইহার কারণ এই যে, একের সোলাখণ্ড সংযোগ-তড়িৎ ও অপরের সোলা বিয়োগ-তড়িৎ দ্বারা সংক্রামিত, সুতরাং বিপরীত প্রকৃতির তড়িৎ দ্বারা সংক্রামিত বলিয়া উহারা পরস্পর আকৃষ্ট হয়।

উপরিউক্ত পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণিত হয় যে, দুইটী পদার্থ বিপরীত তড়িৎ-যুক্ত হইলে পরস্পরকে আকর্ষণ করে অর্থাৎ সংযোগ-তড়িৎ বিয়োগ-তড়িৎকে এবং বিয়োগ-তড়িৎ সংযোগ-তড়িৎকে আকর্ষণ করে কিন্তু সম-তড়িৎ-যুক্ত পদার্থ পরস্পরকে বিপ্রকর্ষণ অর্থাৎ দূরীকরণ করে।

তড়িৎ-পরিচালক ও অপরিচালক (Conductors and Non-conductors)—কাচ বা লাক্ষাদণ্ড ফ্ল্যানেল্ বস্ত্র দ্বারা ঘর্ষিত হইলে সোলা খণ্ড আকর্ষণ করে, ইহা পূর্ব্বেই বর্ণিত হইয়াছে। কিন্তু যে অংশ ঘর্ষিত হয়, সেই অংশেরই আকর্ষণ শক্তি জন্মে, অপর কোন অংশে ঐ শক্তি দৃষ্টিগোচর হয় না। ইহার কারণ এই যে, কাচ, লাক্ষা প্রভৃতি পদার্থে তড়িৎ এক অংশ হইতে অপর অংশে পরিচালিত হয় না ; যে স্থানে উৎপন্ন হয়, সেই স্থানেই উহা আবদ্ধ হইয়া থাকে। কিন্তু ইতিপূর্ব্বে (২৮ পরীক্ষা) প্রদর্শিত হইয়াছে যে,

কাচদণ্ডে স্থাপিত একটী পিত্তলের চোঙ্গের এক প্রান্ত তড়িৎ-যন্ত্র-সংযোগে তড়িৎ-যুক্ত হইলে অপর প্রান্তস্থিত দুই খণ্ড সোলা পরস্পর হইতে পৃথক্ হইয়া পড়ে। ইহার কারণ এই যে, ধাতু নির্ম্মিত পদার্থে তড়িৎ সর্ব্বত্র সহজে পরিচালিত হয় অর্থাৎ উহার যে কোন স্থানে তড়িৎ উৎপন্ন হউক না কেন, উহা ক্ষণকাল মধ্যে সর্ব্বত্র পরিচালিত হইয়া পড়ে। এস্থলে যদিও চোঙ্গের এক প্রান্ত মাত্র তড়িৎ-যন্ত্রের সহিত যুক্ত থাকে কিন্তু উৎপন্ন তড়িৎ পরিচালন হেতু চোঙ্গের সর্ব্বত্র পরিব্যাপ্ত হইয়া সূত্র বাহিয়া অপর প্রান্তস্থিত দুই খণ্ড সোলাতে সংক্রমণ করে এবং উহারা একই প্রকার তড়িৎ-যুক্ত হয় বলিয়া পরস্পর বিপ্রকৃষ্ট অর্থাৎ পৃথক হইয়া পড়ে। ধাতু প্রভৃতি যে সকল পদার্থে তড়িৎ একস্থান হইতে অপর স্থানে সহজে পরিচালিত হয়, তাহাদিগকে তড়িৎ-পরিচালক-পদার্থ (Conductors of Electricity) কহে এবং কাচ, লাক্ষা, প্রভৃতি যে সকল পদার্থে তড়িৎ সহজে একস্থান হইতে অন্যস্থানে পরিচালিত হইতে পারে না, তাহাদিগকে তড়িৎ-অপরিচালক-পদার্থ (Non-conductors of Electricity) কহে। কতকগুলি পদার্থ কিয়ৎ পরিমাণে তড়িৎ পরিচালন করে মাত্র, যেমন এল্‌কহল্, শুষ্ক কাষ্ঠ, কাগজ ইত্যাদি; এরূপ পদার্থকে মধ্য-পরিচালক (Semi-conductor) বলা যায়।

কোন বস্তুই একেবারে সম্পূর্ণ পরিচালক বা সম্পূর্ণ অপরিচালক নহে। ধাতু প্রভৃতি যে সকল পদার্থ উৎকৃষ্ট তড়িৎ-পরিচালক বলিয়া গণ্য, তাহারাও কিয়ৎ পরিমাণে তড়িতের গতিরোধ করে অর্থাৎ তড়িৎ-পরিচালনের প্রতিবন্ধকতা সাধন করে। তড়িতের গতি-রোধকে ইংরাজীতে Resistance কহে। অপরন্তু কাচ প্রভৃতি পদার্থও একেবারেই অপরিচালক নহে, তবে উহারা সমধিক পরিমাণে তড়িতের গতিরোধ করে বলিয়া সাধারণতঃ অপরিচালক পদার্থ বলিয়া গণ্য হয়। যে সকল পদার্থে আমরা তড়িৎ ধরিয়া রাখিতে ইচ্ছা করি, তাহাদিগকে অপরিচালক আধারের উপর স্থাপন করিয়া ভূমি হইতে পৃথক্ করিয়া রাখিলে তড়িৎ উক্ত পদার্থ হইতে সহজে অপসৃত হইতে পারে না। তড়িৎ-যুক্ত পদার্থ ভূমির সহিত কোনরূপে সংস্পৃষ্ট হইলেই অর্থাৎ অপরিচালক আধার উভয়ের মধ্যে ব্যবধান না থাকিলে ভূমির পরিচালকতা গুণে তড়িৎ সত্বর উক্ত পদার্থ হইতে ভূমির মধ্যে অপসৃত হইয়া যায়। তড়িৎ-অপরিচালক পদার্থকে

ইংরাজীতে ইন্‌সুলেটর্ (Insulator)ও কহে। সচরাচর কাচ বা পোর্শিলেন্ নির্ম্মিত পদার্থ ইন্‌সুলেটররূপে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। ইতিপূর্ব্বে পরিচালকতা-গুণ পরীক্ষার জন্য যে ধাতু-নির্ম্মিত চোঙ্গের উল্লেখ করা গিয়াছে (৩৪শ চিত্র), তাহা একটী কাচ দণ্ডের উপর স্থাপিত ; কারণ, এরূপ না হইলে উৎপন্ন তড়িৎ ক্ষণকাল মধ্যে ভূমিতে অপসৃত হইত, সুতরাং চোঙ্গের মধ্যে তড়িতের কোন ক্রিয়াই লক্ষিত হইত না।

রাসায়নিক-ক্রিয়া-জনিত তড়িৎ-প্রবাহ পরিচালনের নিমিত্ত তাম্রের তার সর্ব্বদা ব্যবহৃত হয়। যাহাতে তড়িৎ-প্রবাহ তার মধ্যে অবরুদ্ধ থাকে, তজ্জন্য তারগুলি রেশম, গটাপার্কা (Gutta-percha) প্রভৃতি অপরিচালক পদার্থ (Insulator) দ্বারা উত্তমরূপে আবৃত করিয়া রাখা হয়। এইরূপ তারকে ইংরাজীতে ইন্স্‌লেটেড্ তার (Insulated wire) কহে।

নিম্নে কতিপয় উত্তম পরিচালক, মধ্যপরিচালক, ও অপরিচালক পদার্থের তালিকা প্রদত্ত হইল। ইহাদিগের নাম পরিচালন-গুণানুসারে পর পর উল্লেখ করা গেল :—

উত্তম পরিচালক	মধ্যপরিচালক।	অপরিচালক	
ধাতু	এল্‌কহল্	চুণ	কাচ
কৃষ্ণসীস (Graphite)	ঈথর্	রবর	মোম
এসিড	কাচের গুঁড়া	নির্জ্জল বায়ু ও অন্যান্য নির্জ্জল গ্যাস	গন্ধক
জল	গন্ধকের গুঁড়া		রজন
তুষার (Snow)	শুষ্ক কাষ্ঠ	শুষ্ক কাগজ	এম্বার
উদ্ভিদ্	কাগজ	রেশম	লাক্ষা
জীবদেহ	বরফ (Ice)	হীরক	গটাপার্কা
তুলা			

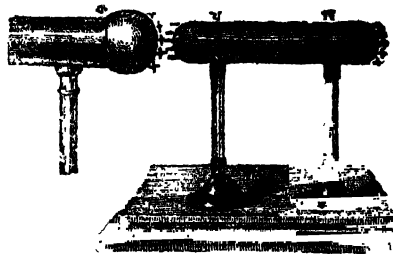
কাচ-নির্ম্মিত পদার্থ যদিও অপরিচালক আধাররূপে ব্যবহৃত হয়, কিন্তু উহা জল-বাষ্প আকর্ষণ করে বলিয়া সময়ে সময়ে পরিচালকের কার্য্যও করে। জল তড়িৎ-পরিচালক, ইহা ইতিপূর্ব্বে উল্লিখিত হইয়াছে এবং বায়ুমধ্যে

অল্পাধিক পরিমাণে জল-বাষ্প সর্ব্বদা বিদ্যমান থাকে, তাহাও আমরা অবগত আছি। বর্ষাকালে বায়ু মধ্যে জল-বাষ্পের পরিমাণ অপেক্ষাকৃত অধিক থাকে; তখন আকর্ষণশক্তি-গুণে উহা কাচ-নির্ম্মিত দ্রব্যের উপর সহজেই পতিত হয়। সুতরাং কাচের আধারের উপর তড়িৎ-যুক্ত কোন পদার্থ রাখিলে তড়িৎ কাচ-সংলগ্ন জল-বাষ্প দ্বারা পরিচালিত হইয়া ভূমি ও বায়ু মধ্যে অপসৃত হইয়া যায়; এ জন্য বর্ষাকালে ঘর্ষণোৎপন্ন তড়িতের ক্রিয়া প্রদর্শন করা বড়ই সুকঠিন। চারিদিকে অগ্নি জ্বালিয়া জল-বাষ্প দূরীভূত করতঃ কাচের আধার সম্পূর্ণরূপে শুষ্ক করিলে পর তদুপরি স্থাপিত তড়িৎ-যুক্ত পদার্থে তড়িতের ক্রিয়া প্রকাশ পায়। গালা সুরা-সারে দ্রব করিয়া কাচের আধারের উপর মাখাইয়া দিলে জল-বাষ্প কাচের উপর পতিত হইতে পারে না, সুতরাং তড়িৎ-যুক্ত পদার্থ হইতে সহজে তড়িৎ পরিচালিত হইয়া যায় না।

যখনই দুইটী বস্তু পরস্পর ঘর্ষিত হয়, তখনই দুই প্রকার তড়িৎ সম-পরিমাণে এককালে উৎপন্ন হইয়া থাকে এবং একটী বস্তু সংযোগ ও অপরটী বিয়োগ তড়িৎ-যুক্ত হয়। পূর্ব্বে প্রদর্শিত হইয়াছে যে একটী লাক্ষাদণ্ড ফ্ল্যানেল্ দ্বারা ঘর্ষিত হইলে বিয়োগ-তড়িৎ-যুক্ত হয়। অতঃপর যদি তড়িৎ-নির্দ্দেশক যন্ত্র সাহায্যে উক্ত ফ্ল্যানেল্ খণ্ডকে পরীক্ষা করা যায়, তাহা হইলে উহা সংযোগ-তড়িৎ-যুক্ত হইয়াছে দেখা যাইবে। একই বস্তু ভিন্ন ভিন্ন পদার্থ দ্বারা ঘর্ষিত হইলে পদার্থ ভেদে উহাতে বিভিন্ন প্রকৃতির তড়িৎ উৎপন্ন হয়। কাচ রেশমী বস্ত্র দ্বারা ঘর্ষিত হইলে তন্মধ্যে সংযোগ-তড়িৎ উৎপন্ন হয়, কিন্তু ফ্ল্যানেল্ দ্বারা কাচকে ঘর্ষণ করিলে কাচে বিয়োগ-তড়িতের উৎপত্তি হয়।

তড়িত-প্রবর্ত্তন (Induction)—ইতিপূর্ব্বে দর্শিত হইয়াছে যে, বিপরীত প্রকৃতির দুইটী তড়িৎ পরস্পরকে আকর্ষণ করে এবং সম-প্রকৃতির তড়িৎ পরস্পরকে বিপ্রকর্ষণ করে। ইহাও দর্শিত হইয়াছে যে, সংযোগ বা বিয়োগ তড়িৎ-যুক্ত পদার্থের দ্বারা অপর পদার্থ স্পৃষ্ট হইলে উহাও যথাক্রমে সংযোগ বা বিয়োগ তড়িৎ-যুক্ত হয়। এক্ষণে আমরা দেখাইব যে, তড়িৎ-যুক্ত পদার্থের সন্নিকটে কোন পদার্থ স্থাপন করিলে স্পর্শ ব্যতীতও উহাতে তড়িৎ উৎপন্ন হইয়া থাকে।

নিম্নে অঙ্কিত প্রতিকৃতিতে (৩৫শ চিত্র) কাচ নির্ম্মিত আধারের উপর স্থাপিত পিত্তলনির্ম্মিত একটী ফাঁপা চোঙ্গ ও গোলক (ক) তড়িত-যুক্ত হইলে অপরিচালক আধারের উপর স্থাপিত বলিয়া উহাতে তড়িৎ অবরুদ্ধ হইয়া থাকে। (খ) ও (গ) অপর দুইটী পিত্তলের চোঙ্গ; উভয়ের গঠন ও আয়তন একই প্রকার এবং উভয়েই এক একটী কাচ-নির্ম্মিত অপরিচালক আধারের উপর স্থাপিত। এই দুইটী চোঙ্গকে মুখে মুখে যুক্ত করিয়া একটী চোঙ্গে পরিণত করা যাইতে পারে এবং ইচ্ছা করিলেই উহাদিগকে পুনর্ব্বার পৃথক্ করিতে পারা যায়।

এক্ষণে (ক) কে তড়িৎ-যন্ত্র সংস্পর্শে সংযোগ তড়িৎ-যুক্ত করিয়া (খ) ও (গ) চোঙ্গ দুইটীকে মুখে মুখে যুক্ত করতঃ উহার নিকট স্থাপন করিলে ঐ

৩৫শ চিত্র।

যুক্ত চোঙ্গের নিষ্ক্রিয় তড়িৎ-দ্রব বিশ্লিষ্ট হইয়া উহাতে সংযোগ ও বিয়োগ তড়িৎ উৎপন্ন হইবে। আমরা পূর্ব্বে দেখাইয়াছি যে, সংযোগ-তড়িৎ বিয়োগ-তড়িৎকে আকর্ষণ করে এবং সংযোগ-তড়িৎকে বিপ্রকর্ষণ করে, সুতরাং এ স্থলে সংযোগ-তড়িৎ-যুক্ত (ক) র নিকটবর্ত্তী (খ) চোঙ্গে বিয়োগ-তড়িৎ আকৃষ্ট হইয়া অবস্থিতি করিবে এবং সংযোগ-তড়িৎ বিপ্রকৃষ্ট হইয়া দূরবর্ত্তী (গ) চোঙ্গে সঞ্চিত হইবে। *

এক্ষণে যদি আমরা প্রথমতঃ (গ) কে (খ) হইতে পৃথক্ করিয়া লই এবং

---

* সংযোগ-তড়িৎ (+) যোগ এবং বিয়োগ-তড়িত (−) বিয়োগ চিহ্নের দ্বারা নির্দ্দিষ্ট হইয়া থাকে।

পরে (ক) কে তড়িৎ-যন্ত্র হইতে বিযুক্ত করি, তাহা হইলে আমরা তড়িৎ-নির্দ্দেশক যন্ত্র সাহায্যে দেখিব যে ; (খ) শুদ্ধ বিয়োগ এবং (গ) শুদ্ধ সংযোগ তড়িৎ-যুক্ত হইয়াছে, কিন্তু (ক) পূর্ব্বে যেরূপ সংযোগ-তড়িৎ-যুক্ত ছিল সেইরূপই আছে, উহার মধ্যে/কোন পরিবর্ত্তন সংঘটিত হয় নাই। এইরূপে আমরা ইচ্ছামত (ক) হইতে অপর পদার্থে স্পর্শ ব্যতীত তড়িৎ উৎপাদন করিতে পারি।

উপরে যাহা বর্ণিত হইল, তাহা দ্বারা আমরা জানিতে পারিলাম যে, তড়িৎ-যুক্ত পদার্থ স্পর্শ ব্যতীত নিকটস্থ অপর পদার্থের নিষ্ক্রিয় তড়িৎ-দ্রবকে বিশ্লেষণ করিয়া সংযোগ ও বিয়োগ তড়িৎ উৎপাদন করিতে পারে। এই ক্রিয়াকে তড়িৎ-প্রবর্ত্তন (Induction) কহে এবং এই প্রকারে উৎপন্ন তড়িৎকে প্রবর্ত্তিত তড়িৎ (Electricity by Induction) বলে। পরিচালক পদার্থে তড়িৎ প্রবর্ত্তন-ক্রিয়া যেরূপ অধিক পরিমাণে প্রকাশ পায়, অপরিচালক পদার্থে সেরূপ নহে ; কিন্তু অপরিচালক পদার্থ প্রবর্ত্তন-ক্রিয়া দ্বারা একবার তড়িৎ-যুক্ত হইলে তন্মধ্যে তড়িৎ অধিকক্ষণ সঞ্চিত থাকে।

তড়িৎ-যুক্ত পদার্থ স্পর্শ দ্বারা অপর পরিচালক পদার্থে যে তড়িৎ সংক্রমণ করে, তাহাকে পরিচালিত তড়িৎ (Electricity by Conduction) কহে এবং উক্ত ক্রিয়াকে পরিচালন (Conduction) কহে।

পরিচালন ও প্রবর্ত্তনের প্রভেদ।—এই দুই ক্রিয়ার মধ্যে প্রভেদ নিম্নে বর্ণিত হইল :—

১ম। তড়িৎ-পরিচালনে তড়িৎ-যুক্ত পদার্থ হইতে কিয়ৎ পরিমাণ তড়িৎ নির্গত হইয়া স্পৃষ্ট পদার্থে সংক্রামিত হয়, কিন্তু তড়িৎ-প্রবর্ত্তনে তড়িৎ-যুক্ত পদার্থে তড়িতের পরিমাণ অক্ষুণ্ণ থাকে।

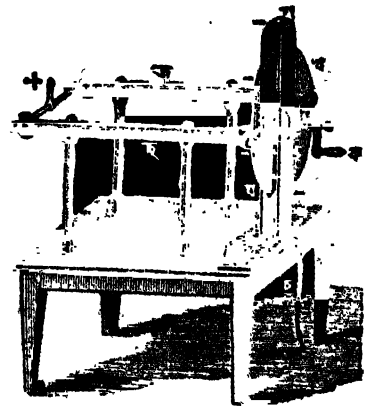
২য়। তড়িৎ-যুক্ত পদার্থ পরিচালন-ক্রিয়া দ্বারা স্পৃষ্ট পদার্থে সম-ধর্ম্মাবলম্বী তড়িৎ উৎপাদন করে অর্থাৎ স্পৃষ্ট পদার্থকে সংযোগ-তড়িৎ-যুক্ত পদার্থ সংযোগ এবং বিয়োগ-তড়িৎ-যুক্ত পদার্থ বিয়োগ তড়িৎ-যুক্ত করে, কিন্তু প্রবর্ত্তন-ক্রিয়া দ্বারা নিকটস্থ পদার্থ বিপরীত প্রকৃতির তড়িৎ-যুক্ত হয়।

৩য়। পরিচালন-ক্রিয়া দ্বারা কোন পদার্থকে তড়িৎ-যুক্ত করিতে হইলে

উহাকে অপরিচালক কাচের আধারে স্থাপন করিতে হয়, কারণ পদার্থ ভূমি-সংস্পৃষ্ট থাকিলে পরিচালন হেতু তড়িৎ তৎক্ষণাৎ অপসারিত হইয়া যায়, উহার মধ্যে সঞ্চিত হইতে পারে না। প্রবর্ত্তন-ক্রিয়া দ্বারা কোন বস্তুকে তড়িৎ-যুক্ত করিতে হইলে উহাকে অপরিচালক আধারের উপর স্থাপন করিয়া তড়িৎ-সংক্রমণের পর উহাকে ভূমির সহিত অন্ততঃ স্বল্পকালের জন্যও সংযুক্ত করিয়া রাখিতে হয়। ইহার কারণ এই যে, প্রবর্ত্তন-ক্রিয়া দ্বারা উক্ত বস্তু মধ্যে দুই প্রকার তড়িৎ এক সময়ে উৎপন্ন হয়; বিপরীত প্রকৃতির তড়িৎ তড়িৎ-যুক্ত পদার্থস্থিত তড়িতের আকর্ষণে উক্ত বস্তু মধ্যে আবদ্ধ (Bound) থাকে, এবং সমপ্রকৃতির তড়িৎ বিপ্রকৃষ্ট হইয়া বস্তুটীর অপর প্রান্তে মুক্ত (Free) ভাবে অবস্থিতি করে। এক্ষণে বস্তুটী ভূমির সহিত ক্ষণিক স্পৃষ্ট হইলে মুক্ত তড়িৎ (Free Electricity) ভূমির মধ্যে অপসারিত হয়। পরে উহাকে ভূমি হইতে বিযুক্ত করিয়া তড়িৎ-যুক্ত পদার্থ সরাইয়া লইলে কেবলমাত্র আবদ্ধতড়িৎ (Bound Electricity) উক্ত বস্তু মধ্যে অবস্থিতি করে।

তড়িৎ-যন্ত্র (Electric Machine)—কাচ বা লাক্ষা দণ্ড রেশমী বস্ত্র বা ফ্ল্যানেলের দ্বারা ঘর্ষিত হইলে যে তড়িৎ উৎপন্ন হয়, তাহাকে ঘর্ষণোৎপন্ন তড়িৎ কহে, ইহা পূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে। এইরূপ ঘর্ষণে আমরা যে অতি সামান্য পরিমাণ তড়িৎ উৎপাদন করিতে সক্ষম হই, তাহা দ্বারা কেবল ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র সোলাখণ্ড, কাগজ প্রভৃতি লঘু পদার্থের আকর্ষণ ব্যতীত তড়িতের অন্যান্য ক্রিয়া সম্পাদিত হইতে পারে না। ঘর্ষণ দ্বারা অধিক পরিমাণে তড়িৎ উৎপাদন করিতে হইলে এক প্রকার তড়িৎ-যন্ত্র ব্যবহৃত হয়।

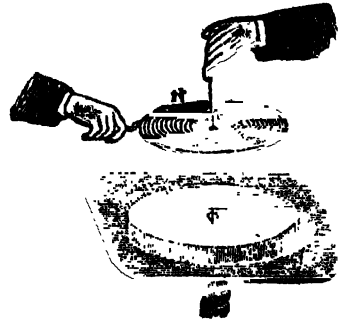
৩৬শ চিত্র।

পার্শ্বস্থ চিত্রে একটী তড়িৎ-যন্ত্র প্রদর্শিত হইয়াছে। ইহার মধ্যে (ক) একটী হাতল এবং (খ) একখানি কাচের চাকা; এই হাতলের দ্বারা চাকা খানি ঘুরাইতে পারা যায়। ঘুরিবার সময় উপরে ও নীচে স্থাপিত

দুই খণ্ড চর্ম্মের (গ ও ঘ) সহিত ঘর্ষিত হইয়া উক্ত চাকার মধ্যে সংযোগ-তড়িৎ উৎপন্ন হয় এবং দুই খণ্ড চর্ম্মে বিয়োগ-তড়িৎ সঞ্চিত হয়। এক্ষণে দুই খণ্ড চর্ম্মকে ধাতু নির্ম্মিত শিকল (চ) দ্বারা ভূমির সহিত সংযুক্ত করিলে বিয়োগ-তড়িৎ চর্ম্মমধ্যে উৎপন্ন হইবামাত্র শিকল দ্বারা পরিচালনহেতু তৎক্ষণাৎ ভূমির মধ্যে অপসৃত হয়, কাচের চাকাতে কেবল সংযোগ-তড়িৎ আবদ্ধ হইয়া থাকে এবং উহার পরিমাণ ক্রমশঃ বৃদ্ধি পাইতে থাকে। এই সংযোগ-তড়িৎ প্রবর্ত্তন-ক্রিয়া দ্বারা নিকটস্থ দুই বাহু-বিশিষ্ট পিত্তলদণ্ডের (ছ ও জ) নিষ্ক্রিয় তড়িৎ-দ্রবকে বিশ্লেষণ করিয়া তন্মধ্যে সংযোগ ও বিয়োগ তড়িৎ উৎপাদন করে। ইতিপূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে যে, এক প্রকৃতির তড়িৎ ভিন্ন প্রকৃতির তড়িৎকে আকর্ষণ করে, এজন্য পিত্তল-দণ্ডের যে দিক চাকার নিকট অবস্থিত, তাহা বিযোগ-তড়িৎ-যুক্ত (—) এবং উহার বিপরীতদিক সংযোগ-তড়িৎ-যুক্ত (+) হয়। কাচের চাকাটী যতই অধিক ঘুরান যায়, ততই উহার মধ্যে সংযোগ-তড়িৎ অধিক পরিমাণে উৎপন্ন হয়; অপরন্তু কাচের চাকার মধ্যে সংযোগ-তড়িৎ যত অধিক পরিমাণে সঞ্চিত হয়, ততই পিত্তলের দণ্ডনিহিত নিষ্ক্রিয় তড়িৎ-দ্রব উত্তরোত্তর বিশ্লিষ্ট হইয়া দণ্ডের দূরবর্ত্তী ভাগে সংযোগ-তড়িৎ অধিক পরিমাণে সঞ্চিত হইতে থাকে। এক্ষণে কোন ধাতু-নির্ম্মিত পদার্থ হস্ত দ্বারা ধারণ করিয়া অথবা স্বীয় হস্তাঙ্গুলি উক্ত পিত্তলের দণ্ডের নিকট লইয়া গেলে উভয়ের মধ্যে একটী তড়িৎ-স্ফুলিঙ্গ (Spark) নির্গত হইতে দেখা যায় এবং সঙ্গে সঙ্গে এক প্রকার শব্দ হয় ও শরীরের মধ্যে স্পন্দন (Shock) অনুভূত হইয়া থাকে।

তড়িৎ-যন্ত্র নানা গঠনের হইলেও উহাদিগের সকল গুলিরই কার্য্য একরূপ। এস্থলে যে যন্ত্রের (৩৬শ চিত্র) উল্লেখ করা গেল, তাহা র‍্যাম্স্ডেনের (Ramsden) তড়িৎ-যন্ত্র নামে অভিহিত।

তড়িত-প্রবর্ত্তক যন্ত্র (Induction Machine)—তড়িৎউৎপাদনের নিমিত্ত যে আর এক প্রকার যন্ত্র ব্যবহৃত হয়, তাহাকে তড়িৎ-প্রবর্ত্তক যন্ত্র কহে। ভস্ (Voss) এবং উইমস্হর্ষ্টের (Wimshurst) যন্ত্র এই শ্রেণীভুক্ত। ঘর্ষণ দ্বারা এই সকল যন্ত্রে অতি সামান্য মাত্র তড়িৎ উৎপন্ন হইয়া প্রবর্ত্তন-ক্রিয়া (Induction) দ্বারা উহা ক্রমশঃ বৃদ্ধি প্রাপ্ত হয় এবং যন্ত্র মধ্যে পূর্ব্ববৎ সঞ্চিত

হইতে থাকে। ইহারা র‍্যাম্‌স্‌ডেনের যন্ত্র অপেক্ষা সর্ব্বাংশে শ্রেষ্ঠ; তড়িৎ উৎপাদনের নিমিত্ত এইরূপ যন্ত্রই এক্ষণে সর্ব্বত্র ব্যবহৃত হয়।

তড়িৎ-প্রবর্ত্তক যন্ত্র সমূহের মধ্যে ইলেক্‌ট্রোফোরস্‌ (Electrophorus) নামক যন্ত্র বহুদিবস হইতে ব্যবহৃত হইয়া আসিতেছে। এই যন্ত্রের গঠনপ্রণালী অতি সরল। পার্শ্বে এই যন্ত্রের একটী চিত্র প্রদর্শিত হইল। যন্ত্রটী দুই অংশে বিভক্ত; এক অংশ (ক) একখানি লাক্ষার থালা {লাক্ষাকে গলাইয়া টিনের ছাঁচে (খ) ঢালিয়া গোল থালার আকারে জমান} এবং অপরাংশ কাচের হাতলযুক্ত রেকাবের ন্যায় একটী ধাতব আচ্ছাদন (গ)। লাক্ষার থালাখানি বিড়ালের চর্ম্ম বা ফ্ল্যানেল্‌ দ্বারা উত্তমরূপে ঘর্ষিত হইলে

৩৭শ চিত্র।

উহাতে বিয়োগ-তড়িৎ উৎপন্ন হয়। পরে ধাতব আচ্ছাদনটী ঐ থালার উপর স্থাপন করিলে প্রবর্ত্তন-ক্রিয়া দ্বারা ধাতব আচ্ছাদনের নিষ্ক্রিয় তড়িৎ-দ্রব বিশ্লিষ্ট হইয়া উহার তলদেশে সংযোগ-তড়িৎ ও উপরিভাগে বিয়োগ-তড়িৎ সঞ্চিত হয়। এক্ষণে ঐ আচ্ছাদনের উপরিভাগ হস্ত দ্বারা স্পর্শ করিলে মুক্ত (Free) বিয়োগ-তড়িৎ শরীরের মধ্য দিয়া ভূমিতে পরিচালিত হইয়া যায়, কেবল মাত্র আবদ্ধ (Bound) সংযোগ-তড়িৎ আচ্ছাদনের তলদেশে সঞ্চিত থাকে। অতঃপর এক হস্তে কাচের হাতল ধরিয়া উক্ত আচ্ছাদনটী উত্তোলন করিলে আবদ্ধ সংযোগ-তড়িৎ আচ্ছাদনের সর্ব্বত্র সঞ্চারিত হইয়া যায়। এক্ষণে উহার সন্নিকটে অপর হস্ত লইয়া গেলে উভয়ের মধ্যে একটী ক্ষুদ্র তড়িৎ-স্ফুলিঙ্গ নির্গত হইতে দেখা যায়।

ইহার কারণ এই যে, উক্ত আচ্ছাদনস্থিত সংযোগ-তড়িৎ শরীরস্থ নিষ্ক্রিয় তড়িৎ-দ্রবকে বিশ্লেষণ করিয়া বিয়োগ-তড়িৎকে আকর্ষণ করে এবং সংযোগ-তড়িৎ বিপ্রকৃষ্ট হইয়া শরীরের মধ্য দিয়া ভূমিতে অপসৃত হয়। ধাতব আচ্ছাদন ও শরীরস্থিত দুইটী বিভিন্ন প্রকৃতির তড়িতের পরস্পর আকর্ষণ অত্যন্ত প্রবল হইলে উহারা মধ্যবর্ত্তী অপরিচালক বায়ু ভেদ করিয়া এত বেগে মিলিত হয়

যে, একটী ক্ষুদ্র তড়িৎ-স্ফুলিঙ্গ উৎপন্ন হয় এবং শরীর মধ্যে স্পন্দন ও হস্তে সূচিকাবিদ্ধবৎ বেদনা অনুভূত হয়।

লাক্ষার থালাখানি একবার বিড়ালের চর্ম্ম দ্বারা ঘর্ষিত হইলে পর কিয়ৎক্ষণ পর্য্যন্ত উহা বিয়োগ-তড়িৎ-যুক্ত থাকে; এ জন্য উহার উপর ধাতব আচ্ছাদনটী পুনঃ পুনঃ স্থাপন করিয়া পূর্ব্বোক্ত প্রণালী অনুসারে তড়িৎ-স্ফুলিঙ্গ উৎপাদন করিতে পারা যায়।

এই তড়িৎ-প্রবর্ত্তক যন্ত্রের গঠন সরল হইলেও ইহাতে এক কালে অধিক পরিমাণ তড়িৎ উৎপন্ন হয় না, এ কারণ উইম্‌স্‌হর্ষ্ট (Wimshurst) এবং ভস্‌ (Voss) নির্ম্মিত দুইটী তড়িৎ-প্রবর্ত্তক যন্ত্রই অধিক পরিমাণ তড়িৎ উৎপাদনের জন্য সচরাচর ব্যবহৃত হইয়া থাকে। ভসের যন্ত্রে দুই খানি কাচের চাকা থাকে। উইম্‌স্‌হর্ষ্টের যন্ত্রের দুই খানি চাকা রাঙের পাত সংক্ষিপ্ত কাচ বা কাচকড়া (Ebonite) দ্বারা নির্ম্মিত। হাতলটী ঘুরাইলে দুইখানি চাকা বিপরীত দিকে ঘুরিতে থাকে। চাকা ঘুরিবার সময় প্রবর্ত্তন-ক্রিয়া দ্বারা যন্ত্র মধ্যে তড়িৎ উৎপন্ন হইয়া ক্রমশঃ বৃদ্ধি প্রাপ্ত হয় এবং সম্মুখে অবস্থিত দুইটী পিত্তলের দণ্ডের দূর প্রান্তে দুই প্রকৃতির তড়িৎ সঞ্চিত হইতে থাকে। এই দণ্ডদ্বয় হইতে আমরা অপর যে কোন পদার্থে যদৃচ্ছাক্রমে যে কোন প্রকার তড়িৎসংক্রমণ করিতে পারি। দণ্ডদ্বয়ে সঞ্চিত বিপরীত তড়িতের পরিমাণ অত্যন্ত অধিক হইলে পরস্পরের মধ্যে আকর্ষণ-শক্তি এত প্রবল হয় যে মধ্যবর্ত্তী অপরিচালক বায়ু ভেদ করিয়া উভয়ে সশব্দে মিলিত হয় এবং একটী উজ্জ্বল তড়িৎ-স্ফুলিঙ্গ (Electric spark) উৎপন্ন হইয়া থাকে।

স্বর্ণ-পত্র-তড়িৎ-নির্দ্দেশক যন্ত্র (Gold-leaf Electroscope)—ইতিপূর্ব্বে উল্লিখিত হইয়াছে যে, কোন পদার্থে তড়িৎ উৎপন্ন হইয়াছে কি না জানিবার জন্য তড়িৎ-নির্দ্দেশক যন্ত্র ব্যবহৃত হয়। পূর্ব্বে যে ইলেক্‌ট্রিক্‌ পেন্‌ডুলমের (Electric pendulum) বিষয় (৩৩ চিত্র) বর্ণিত হইয়াছে, তাহা সহজ উপায়ে নির্ম্মিত এক প্রকার তড়িৎ-নির্দ্দেশক যন্ত্র। এতদ্ভিন্ন স্বর্ণ-পত্র-তড়িৎ-নির্দ্দেশক যন্ত্র নামে অপর এক প্রকার যন্ত্রও এই উদ্দেশ্যে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। পরপৃষ্ঠায় এই যন্ত্রের প্রতিকৃতি প্রদত্ত হইল (৩৮শ চিত্র)। দুই মুখ খোলা বোতলের গঠনের একটী কাচ-পাত্রের আয়ত মুখটী কাষ্ঠের আধারের

উপরে স্থাপিত এবং সরু মুখটী কাঠের ছিপি দ্বারা আবদ্ধ থাকে। ছিপির মধ্যস্থলে একটী ছিদ্র এবং তন্মধ্য দিয়া একটী পিত্তলের দণ্ড পাত্রের অভ্যন্তরে কিয়দ্দূর পর্য্যন্ত প্রবিষ্ট থাকে। দণ্ডের নিম্নমুখে দুইখানি অতি পাতলা সোণার পাত (ক ও খ) এবং উহার ঊর্দ্ধমুখে একটি ধাতুনির্ম্মিত গোলক বা পাত সংযুক্ত থাকে। কোন ২ যন্ত্রে সোণার পাতের (Gold-leaf) পরিবর্ত্তে রৌপ্য বা প্ল্যাটিনম্ ধাতুর পাত

৩৮শ চিত্র।

ব্যবহৃত হয়। এরূপস্থলে ইহাকে শুদ্ধ তড়িৎ-নির্দ্দেশক যন্ত্র (Electroscope) বলাই সঙ্গত। পাত্রের অভ্যন্তরে স্বর্ণপত্রের দুই পার্শ্বে দুইটী ধাতব দণ্ডের উপর দুইখানি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র রাং (Tin-foil) বা স্বর্ণের পাত সংলগ্ন থাকে; ইহারা প্রবর্ত্তন-ক্রিয়া দ্বারা উক্ত স্বর্ণপত্রদ্বয়ের তড়িৎ-নির্দ্দেশ-কার্য্যের সবিশেষ সহায়তা করে। ফ্ল্যানেল্ বস্ত্র দ্বারা ঘর্ষিত বিয়োগ-তড়িৎ-যুক্ত একটী লাক্ষাদণ্ড গোলকের নিকট নীত হইলে (৩৮শ চিত্র) পিত্তলের দণ্ড ও তৎসংলগ্ন স্বর্ণপত্রদ্বয়ের নিষ্ক্রিয় (Neutral) তড়িৎ-দ্রব বিশ্লিষ্ট হইয়া লাক্ষাদণ্ডের সন্নিকটস্থ গোলকে সংযোগ তড়িৎ (+) এবং দণ্ডের অপর প্রান্তসংলগ্ন স্বর্ণপত্রদ্বয়ে বিয়োগ-তড়িৎ (—) সঞ্চিত হইবে; সুতরাং একই প্রকার তড়িৎ-যুক্ত হয় বলিয়া স্বর্ণপত্রদ্বয় পরস্পর হইতে পৃথক্ হইয়া পড়ে। এইরূপে তড়িৎ-যুক্ত যে কোন পদার্থ গোলকের সন্নিকটে নীত হইলে স্বর্ণপত্রদ্বয় পরস্পর পৃথক্ হইয়া উক্ত পদার্থে তড়িতের অস্তিত্ব নির্দ্দেশ করে। এই যন্ত্র দ্বারা তড়িৎ-যুক্ত পদার্থে কোন্ প্রকৃতির তড়িৎ বিদ্যমান আছে, তাহাও নির্ণয় করিতে পারা যায়।

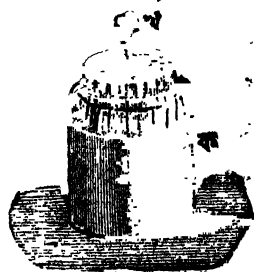
আমরা এই যন্ত্রকে পরিচালন বা প্রবর্ত্তন, উভয় ক্রিয়া দ্বারাই তড়িৎ-যুক্ত (Charge) করিতে পারি। তড়িৎ-যুক্ত কাচ বা লাক্ষা দণ্ড দ্বারা গোলকটী স্পৃষ্ট হইলে যন্ত্রটী উক্ত দণ্ডস্থিত তড়িতের সমপ্রকৃতির তড়িৎ দ্বারা তড়িৎ-যুক্ত হইবে এবং স্বর্ণপত্রদ্বয় পরস্পর হইতে পৃথক্ হইয়া পড়িবে। এইরূপে পরিচালন-ক্রিয়া দ্বারা এই যন্ত্রকে তড়িৎ-যুক্ত (Charge) করিতে পারা যায়।

সচরাচর প্রবর্ত্তন-ক্রিয়া দ্বারাই এই যন্ত্রকে তড়িৎ-যুক্ত (Charge) করা হইয়া থাকে। তড়িৎ-যুক্ত কাচ বা লাক্ষা দণ্ড গোলকের নিকট লইয়া গেলে উহার নিষ্ক্রিয় তড়িৎ-দ্রব বিশ্লিষ্ট হইয়া গোলকে বিপরীত প্রকৃতির তড়িৎকে আবদ্ধ (Bound) করিয়া রাখে এবং সমপ্রকৃতির তড়িৎ মুক্ত (Free) হইয়া স্বর্ণপত্রদ্বয়ে সঞ্চিত হয় এবং উহাদিগকে পৃথক্ করিয়া দেয়। এক্ষণে যদি কাচ বা লাক্ষা দণ্ডটী না সরাইয়া অপর হস্ত দ্বারা গোলকটী ক্ষণকালের জন্য স্পর্শ করা যায় এবং প্রথমতঃ হস্ত গোলক হইতে সরাইয়া লইয়া পরে কাচ বা লাক্ষা দণ্ডটী অপসারিত করা যায়, তাহা হইলে যন্ত্রস্থিত মুক্ত (Free) তড়িৎ আমাদের শরীর বাহিয়া ভূমিতে প্রবেশ করিবে এবং কেবলমাত্র আবদ্ধ (Bound) তড়িৎ যন্ত্রের মধ্যে অবস্থিতি করিবে। এইরূপে আমরা প্রবর্ত্তন-ক্রিয়া দ্বারা যন্ত্রটীকে সংযোগ বা বিয়োগ, যে কোন প্রকার তড়িৎ দ্বারা তড়িৎ-যুক্ত (Charge) করিতে পারি।

এই যন্ত্র সাহায্যে পদার্থে কোন্ প্রকার তড়িৎ উৎপন্ন হইয়াছে, তাহাও আমরা নির্দ্দেশ করিতে পারি। প্রথমতঃ পূর্ব্বোক্ত উপায়ে যন্ত্রটীকে সংযোগ বা বিয়োগ তড়িৎ-যুক্ত করিয়া লইতে হয়। পরে অজ্ঞাত তড়িৎ-যুক্ত পদার্থ যন্ত্রস্থিত গোলকের নিকট আনীত হইলে, যন্ত্র মধ্যে যদি সমপ্রকৃতির তড়িৎ থাকে, তাহা হইলে স্বর্ণপত্রদ্বয় আরও অধিক পরিমাণে পরস্পর হইতে পৃথক্ হইয়া পড়িবে। পদার্থ বিপরীত প্রকৃতির তড়িৎ-যুক্ত হইলে স্বর্ণপত্রদ্বয় পৃথক্ না থাকিয়া পরস্পরকে স্পর্শ করিবে (Collapsed)। এরূপ আচরণের কারণ প্রবর্ত্তনা-ক্রিয়া বুঝাইবার সময় নির্দ্দেশ করা হইয়াছে।

প্রুফ্ প্লেন্ (Proof plane)—আমরা প্রুফ্ প্লেন্ নামক যন্ত্র-সাহায্যে তড়িৎ-যুক্ত পদার্থ হইতে তড়িৎ গ্রহণ করিয়া অপর পদার্থে সংক্রমণ করিতে পারি। প্রুফ্ প্লেন্ একটী কাচদণ্ডে সংলগ্ন একখানি ধাতু-নির্ম্মিত চাকতিমাত্র। কোন তড়িৎ-যুক্ত পদার্থ প্রুফ্ প্লেনের ধাতব চাকতি দ্বারা স্পৃষ্ট হইলে কিয়ৎ পরিমাণ তড়িৎ উক্ত পদার্থ হইতে চাকতিতে সংক্রামিত হয়; চাকতি কাচের হাতল যুক্ত বলিয়া উহা হইতে তড়িৎ অপসৃত হইতে পারে না। এক্ষণে তড়িৎ-যুক্ত চাক্‌তি খানি একটী তড়িৎ-নির্দ্দেশক যন্ত্রের নিকট লইয়া গেলে অথবা উহাকে স্পর্শ করিলে উক্ত যন্ত্রমধ্যে তড়িতের ক্রিয়া প্রকাশ পায়।

তড়িতের অবস্থান।—যে কোন পদার্থ তড়িৎ-যুক্ত হউক না কেন, তড়িৎ উক্ত পদার্থের কেবলমাত্র উপরিতলে (Surface) অবস্থিতি করে, ভিতরে প্রবেশ করে না। একটী শূন্যগর্ভ পিত্তলের গোলক তড়িৎ-যুক্ত হইলে সমস্ত তড়িৎ গোলকের উপরিতলে আবদ্ধ হইয়া থাকে; পরীক্ষা করিলে দেখা যায় যে গোলকের অভ্যন্তরাংশে মোটেই তড়িৎ থাকে না। একটী প্রুফ্ প্লেন্ দ্বারা গোলকের অভ্যন্তরাংশ স্পর্শ করিয়া উহাকে তড়িৎ-নির্দ্দেশক যন্ত্রের নিকট লইয়া গেলে তন্মধ্যে তড়িতের অস্তিত্ব দৃষ্ট হয় না কিন্তু প্রুফ্ প্লেন্ দ্বারা গোলকের উপরিতল স্পর্শ করিলে উহা তড়িৎ-যুক্ত হইয়াছে দেখা যায়। ইহা দ্বারা বুঝা যায় যে, পদার্থ তড়িৎ-যুক্ত হইলে উহার উপরিতলে (Surface) সমস্ত তড়িৎ সঞ্চিত হইয়া থাকে, অভ্যন্তরাংশ তড়িৎ-যুক্ত হয় না।

তড়িৎ-সান্দ্রীকরণ যন্ত্র (Electric Condenser)—কতকগুলি যন্ত্রে প্রবর্ত্তন-ক্রিয়া দ্বারা সমধিক পরিমাণে তড়িৎ সঞ্চয় করিয়া রাখিতে পারা যায়; এইরূপ যন্ত্রকে তড়িৎ-সান্দ্রীকরণ যন্ত্র কহে। লীডেন্ জার্ (Leyden jar) নামক যন্ত্র (৩৯শ চিত্র) ইহার উৎকৃষ্ট উদাহরণ স্থল। একটী আয়ত-মুখ কাচের বোতলের অভ্যন্তর ও বহিঃপ্রদেশের চতুর্থ-পঞ্চমাংশ (ক) রাঙের পাত দিয়া আবৃত করিতে হয়; বোতলের মুখ কাঠের ছিপি দ্বারা আবদ্ধ এবং একটী পিত্তলের দণ্ড ছিপির মধ্য দিয়া বোতলের অভ্যন্তরে প্রবিষ্ট থাকে। দণ্ডের উর্দ্ধমুখে একটী পিত্তলের গোলক (খ) সংযুক্ত থাকে এবং

৩৯শ চিত্র।

একটী ধাতু-নির্ম্মিত শিকল বোতলের অভ্যন্তরে ঐ দণ্ডের নিম্নমুখে সংলগ্ন থাকিয়া অভ্যন্তরস্থিত রাঙের পাতকে স্পর্শ করিয়া থাকে। এই বোতলটীর বহিঃস্থ রাঙের পাত হস্তদ্বারা ধারণ করিয়া পিত্তলের গোলকটী দ্বারা তড়িৎ-যন্ত্রের সংযোগ-তড়িৎ-যুক্ত পরিচালক দণ্ড স্পর্শ করিলে বোতলের অভ্যন্তরস্থ রাঙের পাতে পরিচালন-ক্রিয়া দ্বারা সংযোগ-তড়িৎ সংক্রামিত হয় এবং উহা প্রবর্ত্তন-ক্রিয়া দ্বারা বহিঃস্থ রাঙের পাতের নিষ্ক্রিয় তড়িৎ-দ্রবকে বিশ্লেষণ

করিয়া বিয়োগ-তড়িৎকে আকর্ষণ ও সংযোগ-তড়িৎকে বিপ্রকর্ষণ করে। সংযোগ-তড়িৎ ধারকের হস্ত বাহিয়া ভূমিতে পরিচালিত হইয়া যায়, সুতরাং বহিঃস্থ রাঙের পাতে কেবলমাত্র বিয়োগ-তড়িৎ আবদ্ধ থাকে। এই বিয়োগ-তড়িতের আকর্ষণ দ্বারা বোতলের অভ্যন্তরস্থ রাঙের পাত তড়িৎ-যন্ত্র হইতে তড়িৎ অধিকতর পরিমাণে টানিয়া লয় এবং এই অতিরিক্ত সংযোগ-তড়িৎ পুনশ্চ প্রবর্ত্তন-ক্রিয়া দ্বারা বাহিরের পাতে অধিকতর পরিমাণে বিয়োগ-তড়িৎ উৎপাদন করে। এইরূপে বারম্বার প্রবর্ত্তন-ক্রিয়া দ্বারা বোতলের অভ্যন্তরস্থিত রাঙের পাতে সংযোগ এবং বহির্দ্দেশস্থ রাঙের পাতে বিয়োগ-তড়িতের পরিমাণ উত্তরোত্তর বৃদ্ধি প্রাপ্ত হয়।

এক্ষণে কাচের হাতলযুক্ত ধাতু-নির্ম্মিত একটী বক্র দণ্ডের এক মুখ বাহিরের পাতে সংলগ্ন করিয়া অপর মুখ যন্ত্রের উপরিস্থিত গোলকের সন্নিকটে লইয়া গেলে, বাহিরের পাতে আবদ্ধ বিয়োগ ও ভিতরের পাতে সঞ্চিত সংযোগ তড়িৎ উভয়ে এত প্রবলবেগে মিলিত হয় যে, সশব্দে একটী তড়িৎ-স্ফুলিঙ্গ উৎপন্ন হইয়া যন্ত্র হইতে তড়িৎ অপসারিত (Discharged) হইয়া যায়। এই ক্রিয়াকে দ্রুত তড়িৎ-স্রাব (Rapid discharge) কহে। যদি আমরা লীডেন্ জারটী অপরিচালক আধারের উপর স্থাপন করিয়া একবার ভিতরের পাত ও পরে বাহিরের পাত হস্ত বা একটী ধাতব দণ্ড দ্বারা ক্রমান্বয়ে স্পর্শ করিতে থাকি, তাহা হইলে অতি ক্ষুদ্র তড়িৎ-স্ফুলিঙ্গ উৎপন্ন হইয়া যন্ত্রস্থিত তড়িৎ ধীরে অপসারিত হইয়া যায়, শরীরের মধ্যে প্রবল স্পন্দন অনুভূত হয় না। ইহাকে ধীর তড়িৎ-স্রাব (Slow discharge) কহে।

যদি আমরা পূর্ব্বোক্ত ধাতু-নির্ম্মিত বক্র দণ্ডের দ্বারা যন্ত্রের বহিঃস্থ রাঙের পাত ও উপরিস্থিত গোলক সংযুক্ত না করিয়া এক হস্তে ঐ যন্ত্রটীর বাহিরের পাত ধারণ করি এবং অপর হস্ত গোলকের নিকট লইয়া যাই, তাহা হইলে হস্ত ও গোলকের মধ্যে একটী তড়িৎ-স্ফুলিঙ্গ উৎপন্ন হইয়া থাকে এবং সঙ্গে সঙ্গে শরীরে এক প্রকার স্পন্দন অনুভূত হয়। বহুসংখ্যক লোক বৃত্তাকারে পরস্পর হস্ত ধারণ করিয়া দণ্ডায়মান হইয়া বৃত্তের এক প্রান্তে অবস্থিত ব্যক্তি যদি একটী তড়িৎ-যুক্ত লীডেন্ জারের বাহিরের পাত ধারণ করে এবং অপর প্রান্তস্থিত ব্যক্তি উহার উপরিস্থিত গোলকের নিকট হাত লইয়া যায়, তাহা

হইলে পূর্ব্ববৎ একটী তড়িৎ-স্ফুলিঙ্গ উৎপন্ন হয় এবং সকলেই শরীরে এক সময়ে স্পন্দন অনুভব করে।

দুই বা ততোধিক লীডেন্ জার্ একত্রে রাখিয়া পিত্তলের শিকল দ্বারা বাহিরের ও ভিতরের রাঙের পাতগুলি যথাক্রমে পরস্পর সংযোগ করিলে একটী লীডেন্ জারের ব্যাটারি (Battery) প্রস্তুত হয়। ভিতরের আবরণগুলি একত্রে তড়িৎ-যন্ত্রের পরিচালক-দণ্ডের সহিত সংযোগ করিয়া বাহিরের আবরণগুলি ভূমির সহিত শিকলের দ্বারা সংলগ্ন করিলে ব্যাটারির মধ্যে তড়িৎ সঞ্চিত হয়।

এইরূপ একটী ব্যাটারি নির্ম্মাণ করিয়া তন্মধ্যে আমরা অত্যন্ত অধিক পরিমাণ তড়িৎ সঞ্চয় করিতে পারি। কোন পরিচালক পদার্থ উপরিউক্ত ব্যাটারির নিকটবর্ত্তী হইলে এরূপ একটী তেজস্কর তড়িৎ-স্ফুলিঙ্গ নির্গত হয় যে, যদি একখণ্ড পুরু কাচ উভয়ের মধ্যে স্থাপন করা যায়, তাহা হইলে উক্ত স্ফুলিঙ্গ কাচ ভেদ করিয়া একটী ছিদ্র উৎপাদন করে। এইরূপ একটী ব্যাটারির মধ্যে সঞ্চিত তড়িৎ অসাবধানতাবশতঃ মনুষ্যশরীরে প্রবিষ্ট হইলে তৎক্ষণাৎ মৃত্যু উপস্থিত হয়।

ঘর্ষণোৎপন্ন তড়িতের ক্রিয়া।

আকর্ষণ ও বিপ্রকর্ষণ ব্যতীত তড়িতের অন্যান্য ক্রিয়া নিম্নে সংক্ষেপে বর্ণিত হইল :—

১। তড়িৎ শরীর মধ্যে প্রবিষ্ট হইলে মাংসপেশীর আক্ষেপ (Spasm) উপস্থিত হয় এবং শরীর মধ্যে আমরা এক প্রকার স্পন্দন অনুভব করি ; ইংরাজীতে এই ক্রিয়াকে তড়িতের Physiological action কহে। লীডেন্ জারের কার্য্য আলোচনার সময়ে ইহা প্রদর্শিত হইয়াছে। অত্যন্ত তেজস্কর তড়িৎ শরীর মধ্যে প্রবিষ্ট হইলে মৃত্যু উপস্থিত হয় ; বজ্রাঘাতে মৃত্যু ইহার উত্তম দৃষ্টান্ত স্থল।

২। তড়িৎ দ্বারা তাপ উৎপন্ন হয়। তড়িৎ-স্ফুলিঙ্গ-নিহিত তাপ সংযোগে কোল্ গ্যাস্, ঈথর্ প্রভৃতি সহজদাহ্য পদার্থ জ্বলিয়া উঠে।

২৯শ পরীক্ষা। কাঠের আধারে স্থাপিত একটী ক্ষুদ্র পিত্তলনির্ম্মিত পাত্রে ঈথর্ রাখিয়া তড়িৎ-যুক্ত লীডেন্ জারের উপরিস্থিত গোলক তৎসন্নিধানে আনয়ন কর; উভয়ের মধ্যে একটী তড়িৎ-স্ফুলিঙ্গ উৎপন্ন হইবে এবং তৎক্ষণাৎ ঈথর্ জ্বলিয়া উঠিবে।

৩। তড়িৎ দ্বারা আলোক উৎপন্ন হয়। বিদ্যুৎ-প্রকাশে যে তীব্র দৃষ্টি-সন্তাপক আলোক উৎপন্ন হয়, তাহা তড়িতের আলোকোৎপাদিকা ক্রিয়ার উত্তম দৃষ্টান্ত স্থল।

৩০শ পরীক্ষা।—উইম্‌স্‌হষ্টের তড়িৎ-যন্ত্রের সংযোগ ও বিয়োগ দণ্ড পরস্পর সন্নিকটে স্থাপন করিয়া হাতল দ্বারা যন্ত্রটী চালাও—উভয় দণ্ডের মধ্যে উজ্জ্বল আলোকবিশিষ্ট তড়িৎ-স্ফুলিঙ্গ উৎপন্ন হইবে।

৪। তড়িতের বিদারিকা-শক্তি অত্যন্ত প্রবল। বজ্রাঘাতে বৃক্ষ, অট্টালিকা প্রভৃতি বিদীর্ণ হইয়া থাকে, ইহা সকলেই অবগত আছেন।

৫। তড়িৎ দ্বারা রাসায়নিক মিলন ও বিশ্লেষণ সংঘটিত হইয়া থাকে।

৩১শ পরীক্ষা।—দুই ভাগ হাইড্রোজেন্ ও এক ভাগ অক্সিজেন্ গ্যাস্ একমুখবদ্ধ একটী পিত্তলনির্ম্মিত ক্ষুদ্র কামানের আকারের যন্ত্রে (ইহার ইংরাজী নাম Volta's cannon) প্রবেশ করাইয়া অপর মুখ ছিপি দিয়া বন্ধ করতঃ উক্ত মিশ্র গ্যাসের মধ্যে লীডেন্ জার্ দ্বারা একটী তড়িৎ-স্ফুলিঙ্গ উৎপাদন কর; দুইটী গ্যাস্ সশব্দে মিলিত হইয়া জল প্রস্তুত করিবে এবং ছিপিটী বেগে বহুদূরে নিক্ষিপ্ত হইবে।

তড়িৎ উৎপত্তির উপায়।

ইতিপূর্ব্বে উল্লিখিত হইয়াছে যে, ঘর্ষণ ও রাসায়নিক ক্রিয়া তড়িতোৎপত্তির দুইটী প্রধান উপায়। নিম্নলিখিত অপর কয়েকটী উপায়েও তড়িৎ উৎপন্ন হইয়া থাকে, যথা—

১। **ঘাত**—কোন পদার্থ অপর পদার্থ দ্বারা প্রচণ্ডবেগে আঘাতিত হইলে উভয় পদার্থে বিপরীত প্রকৃতির তড়িৎ উৎপন্ন হয়।

২। **কম্পন**—কোন কারণে ধাতু-নির্ম্মিত পদার্থমধ্যে কম্পন উপস্থিত হইলে পদার্থ-নিহিত নিষ্ক্রিয় তড়িৎ-দ্রব বিশ্লিষ্ট হইয়া সংযোগ ও বিয়োগ তড়িৎ উৎপন্ন হয়।

৩। **বিদারণ**—কোন ২ পদার্থ বিদীর্ণ হইলে তন্মধ্যে তড়িৎ উৎপন্ন হয়। একখণ্ড অভ্র-পাতের স্তরগুলি সহসা পৃথক্ করিলে স্তরগুলি তড়িৎ-যুক্ত হয়

৪। **জমাট-বাধন**—গন্ধক প্রভৃতি কতকগুলি পদার্থ তরল হইতে কঠিন্ অবস্থা প্রাপ্ত অথবা স্ফটিকাকারে পরিণত হইবার কালে তড়িৎ-যুক্ত হয়।

৫। **দহন**—অঙ্গার প্রভৃতি দাহ্য পদার্থের দহন কালে তড়িৎ উৎপন্ন হয়।

৬। **বাষ্পী-ভবন**—জল প্রভৃতি তরল পদার্থ বাষ্পাকারে পরিণত হইবার সময় তন্মধ্যে তড়িৎ উৎপন্ন হয়। এই কারণে মেঘের মধ্যে তড়িৎ সঞ্চিত হয় এবং সময়ে উহা বিদ্যুৎরূপে প্রকাশ পায়।

৭। **চাপ**—অধিকাংশ পদার্থ পেষিত হইলে তড়িৎ উৎপাদন করে।

৮। **জান্তব তড়িৎ**—টর্পিডো প্রভৃতি কতকগুলি জলচর প্রাণীর শরীর সর্ব্বদা তড়িৎযুক্ত থাকে; উহাদিগকে স্পর্শ করিলে শরীর মধ্যে স্পন্দন অনুভূত হয়। এই প্রকার তড়িৎকে জান্তব তড়িৎ কহে।

৯। **তাপ**—পদার্থবিশেষ তাপ-সংযুক্ত হইলে তড়িৎ উৎপন্ন হয়। টুর্মালিন্ (Tourmaline) নামক এক প্রকার প্রস্তর ইহার উত্তম দৃষ্টান্ত স্থল।

বিদ্যুৎ ও বজ্রধ্বনি।

প্রাকৃতিক জগতে বিদ্যুৎ তড়িতের বিকাশ মাত্র। দুই বিপরীত প্রকৃতির তড়িতের মিলনে তড়িৎ-স্ফুলিঙ্গ উৎপন্ন হয় এবং সঙ্গে সঙ্গে এক প্রকার শব্দ শ্রুত হয়, তাহা পূর্ব্বে পরীক্ষা দ্বারা প্রদর্শিত হইয়াছে। বিদ্যুৎ ও বজ্রধ্বনি, তড়িৎ-স্ফুলিঙ্গ ও উক্ত শব্দের বিরাট বিকাশ ভিন্ন আর কিছুই নহে।

উপরে উল্লেখ করা গিয়াছে যে, জল বাষ্পাকারে পরিণত হইবার সময়ে বাষ্প মধ্যে তড়িৎ উৎপন্ন হইয়া সঞ্চিত থাকে। বাষ্প ঊর্দ্ধে উত্থিত হইয়া মেঘে পরিণত হইলে তন্মধ্যেও উক্ত তড়িৎ অবস্থিতি করে। মেঘস্থিত জলকণাসমূহ পরস্পর মিলিত হইয়া অপেক্ষাকৃত বৃহদাকার ধারণ করিলে তন্মধ্যে তড়িতের পরিমাণ ক্রমশঃ বৃদ্ধি প্রাপ্ত হইতে থাকে। বিপরীত তড়িৎ-যুক্ত দুইখণ্ড মেঘ নিকটস্থ হইলে পর যখন উভয় তড়িতের আকর্ষণশক্তি অত্যন্ত প্রবল হয়, তখনই উহারা বৃহৎ তড়িৎ-স্ফুলিঙ্গ ও প্রচণ্ড শব্দ উৎপাদন করিয়া সহসা মিলিত হয়। এই বৃহৎ তড়িৎ-স্ফুলিঙ্গই বিদ্যুৎ এবং এই প্রচণ্ড শব্দ বজ্রধ্বনি নামে পরিচিত।

মেঘ মধ্যে অন্য উপায়েও তড়িৎ উৎপন্ন হইয়া থাকে; বাহুল্য ভয়ে এস্থলে তাহার উল্লেখ করা গেল না।

সময়ে সময়ে ভিন্ন ভিন্ন মেঘস্থিত বিপরীত প্রকৃতির তড়িৎ পরস্পর মিলিত

না হইয়া পৃথিবীস্থ তড়িতের সহিত মিলিত হয়। অত্যধিক তড়িৎ-যুক্ত মেঘ পৃথিবীর সন্নিকটস্থ হইলে প্রবর্ত্তন-ক্রিয়া দ্বারা পৃথিবীর নিষ্ক্রিয় তড়িৎ-দ্রবকে বিশ্লেষণ করিয়া বিপরীত প্রকৃতির তড়িৎকে আকর্ষণ এবং সমপ্রকৃতির তড়িৎকে ভূগর্ভ মধ্যে অপসারিত করে। পৃথিবীর উপরিস্থিত গৃহ বৃক্ষাদি সমস্ত পদার্থ এইরূপে তড়িৎ-যুক্ত হয় এবং যে পদার্থ যত উচ্চ, তাহাতে তত অধিক তড়িৎ সঞ্চিত হইয়া থাকে। ক্রমে পৃথিবী ও মেঘস্থিত উভয় তড়িতের আকর্ষণ-শক্তি অত্যন্ত প্রবল হইলে উহারা মধ্যবর্ত্তী বায়ু ভেদ করতঃ তীব্র আলোক ও ভয়ঙ্কর শব্দ উৎপাদন করিয়া প্রচণ্ড বেগে মিলিত হয়। উচ্চ বৃক্ষ, অট্টালিকা প্রভৃতি যে কোন পদার্থের মধ্য দিয়া এই উভয় তড়িৎ মিলিত হইলে উহা বিদীর্ণ ও চূর্ণ বিচূর্ণ হইয়া যায় এবং প্রচণ্ড উত্তাপ উৎপন্ন হইয়া দাহ্য পদার্থ দগ্ধ ও ধাতু-নির্ম্মিত পদার্থ দ্রবীভূত হয়। এই ভয়াবহ নৈসর্গিক ঘটনাকে আমরা বজ্রপাত কহিয়া থাকি। বাস্তবিক বজ্র একটী জড় পদার্থ নহে, উহা তড়িতের কার্য্য-বিশেষ মাত্র। দুই ভিন্ন প্রকৃতির তড়িতের এবম্বিধ প্রবল মিলনে (অর্থাৎ বিদ্যুৎ প্রকাশিত হইলে) বায়ু-রাশির মধ্যে প্রচণ্ড উত্তাপ ও সংক্ষোভ উপস্থিত হইয়া উহার প্রসারণ ও সঙ্কোচন হইয়া থাকে। বায়ুরাশির এইরূপ আকস্মিক প্রসারণ, সঙ্কোচন ও পরস্পর প্রবল সংঘর্ষণ দ্বারা যে প্রচণ্ড শব্দ উৎপন্ন হয়, তাহাই বজ্রধ্বনির উৎপত্তি কারণ।

বিদ্যুৎ-পরিচালক দণ্ড (Lightning Conductor)—অপরিচালক আধারের উপর স্থাপিত একটী পিত্তল-নির্ম্মিত গোলককে যদি তড়িৎ-যুক্ত করা যায়, তাহা হইলে তড়িৎ বহুক্ষণ উক্ত গোলকে আবদ্ধ হইয়া থাকে এবং উহাকে অপর একটী গোলকের নিকট লইয়া গেলে উভয়ের মধ্যে একটী তড়িৎ-স্ফুলিঙ্গ উৎপন্ন হইতে দেখা যায়। কিন্তু গোলক না হইয়া যদি কোন সূচ্যগ্র-বিশিষ্ট (Pointed) তড়িৎ-যুক্ত পদার্থ অপর পদার্থের নিকট নীত হয়, তাহা হইলে উভয়ের মধ্যে তড়িৎ-স্ফুলিঙ্গ উৎপন্ন হইতে দেখা যায় না। ইহার কারণ এই যে, তড়িৎ-যুক্ত পদার্থ গোল হইলে উহা হইতে সহজে তড়িৎ-স্রাব হয় না, কিন্তু উহা সূচাগ্র-বিশিষ্ট হইলে উহার পরিচালকতা-গুণ প্রবলভাবে প্রকাশিত হয়। পদার্থের সূচ্যগ্রভাগ দ্বারা তড়িৎ-স্রাব এত শীঘ্র ঘটিয়া থাকে যে উক্ত

পদার্থমধ্যে অধিক পরিমাণ তড়িৎ এককালে সঞ্চিত হইতে পারে না, সুতরাং উভয়ের মধ্যে তড়িৎ-স্ফুলিঙ্গ উৎপন্ন হইতে দেখা যায় না। সূচ্যগ্র-বিশিষ্ট পদার্থের এই ধর্ম্ম লক্ষ্য করিয়াই বিদ্যুৎ-পরিচালক দণ্ডের সৃষ্টি হইয়াছে। এই দণ্ড সচরাচর লৌহ বা তাম্র নির্ম্মিত এবং চেপ্‌টা বা গোলাকার হইয়া থাকে এবং উহা বাটীর এক পার্শ্বের দেওয়ালে সংলগ্ন থাকে। দণ্ডের ঊর্দ্ধমুখ সূচিকার ন্যায় সূক্ষ্ম এবং উহা বাটীর সর্ব্বোচ্চ স্থান অপেক্ষাও কিয়দ্দূর ঊর্দ্ধে বিস্তৃত থাকে এবং নিম্নদিকে উহার কিয়দংশ ভূমির মধ্যে প্রোথিত থাকে। বাটীর অপরাপর উচ্চ স্থানেও ঐরূপ এক একটী ক্ষুদ্র দণ্ড সংলগ্ন থাকে; উহাদিগকে প্রধান দণ্ডের সহিত লৌহের তার দ্বারা সংযুক্ত করা যায়। যে ভূমির উপর বাটী অবস্থিত, তড়িৎযুক্ত মেঘের প্রবর্ত্তন-ক্রিয়া দ্বারা যদি তন্মধ্যে অধিক পরিমাণ তড়িৎ উৎপন্ন হয়, তাহা হইলে বিদ্যুৎ-পরিচালক দণ্ডের ঊর্দ্ধমুখ সূচ্যগ্র বলিয়া উহা পরিচালন-ক্রিয়া দ্বারা ভূমি-সঞ্চিত তড়িৎকে এত শীঘ্র ২ ঊর্দ্ধদিকে পরিচালন করে যে, পৃথিবীস্থ তড়িৎ অবাধে মেঘস্থ বিপরীত প্রকৃতির তড়িতের সহিত মিলিত হয়; সুতরাং ভূমির মধ্যে এককালে অধিক পরিমাণ তড়িৎ সঞ্চিত হইতে পায় না বলিয়া উভয়ের মধ্যে কোনসময়েই প্রবল আকর্ষণী শক্তি জন্মে না, এ কারণ বিদ্যুৎ ও বজ্রপাত হয় না। এইরূপে বিদ্যুৎ-পরিচালক-দণ্ড অট্টালিকা প্রভৃতিকে বজ্রাঘাত হইতে রক্ষা করে।

সুপ্রসিদ্ধ বেন্‌জামিন্ ফ্র্যাঙ্ক্‌লিন্ (Benjamin Franklin) প্রথমতঃ সূচ্যগ্র পদার্থের উপরিউক্ত ধর্ম্ম আবিষ্কার করেন। তিনি বজ্রাঘাতের সময় লৌহ-সূচিকাবিদ্ধ একখানি ঘুড়ি উড়াইয়া তৎসংলগ্ন আর্দ্রসূত্র দ্বারা তড়িৎ-যুক্ত মেঘ হইতে তড়িৎ পরিচালন করিয়া পৃথিবীতে আনয়ন করিয়াছিলেন এবং উহা দ্বারা তড়িৎ-স্ফুলিঙ্গ উৎপাদন করিতে সক্ষম হইয়াছিলেন। এক্ষণে আমরা জানিতে পারিয়াছি যে, তাঁহার আবিষ্কার সম্পূর্ণ ভ্রমশূন্য নহে; উক্ত সূত্র মধ্যে তড়িতের যে ক্রিয়া লক্ষিত হইয়াছিল, তাহা পরিচালন-ক্রিয়ার ফল নহে, প্রবর্ত্তন-ক্রিয়া দ্বারা উৎপন্ন। যাহা হউক, তাঁহার এই গবেষণার ফল স্বরূপ বিদ্যুৎ-পরিচালক দণ্ড আবিষ্কৃত হইয়া অত্যুচ্চ অট্টালিকা সমূহকে বজ্রাঘাত হইতে রক্ষা করতঃ মানব জাতির কল্যাণ সাধন করিতেছে।

৩। রাসায়নিক-ক্রিয়া-জনিত তড়িৎ।
(Voltaic or Galvanic Electricity)

১৭৮৬ খৃষ্টাব্দে ফ্রান্সের অন্তঃপাতী বলোনা নগরে শারীরগঠন-শাস্ত্রের (Anatomy) অধ্যাপক গ্যাল্‌ভানি (Galvani) একটী মৃত ভেকের শরীর পরীক্ষার সময়ে দেখেন যে, একখণ্ড তাম্র ও একখণ্ড লৌহ একত্রে সংলগ্ন হইয়া উহার শরীরের যে কোন অংশে স্পৃষ্ট হইলে মাংশপেশীর আক্ষেপ (Spasm) উপস্থিত হয়। ইহা তিনি তড়িতের ক্রিয়া বলিয়া অনুমান করেন এবং সিদ্ধান্ত করেন যে, জীবদেহ স্বতঃই তড়িৎ-যুক্ত থাকে কিন্তু উক্ত তড়িৎ এক স্থান হইতে অন্য স্থানে সহজে পরিচালিত হইতে পারে না। পরস্পর-সংলগ্ন দুইখণ্ড ধাতুর একটীর দ্বারা স্নায়ু ও অপরটীর দ্বারা পেশী স্পৃষ্ট হইলে তড়িৎ উক্ত পরিচালকদ্বয়ের মধ্য দিয়া স্নায়ু হইতে পেশীতে পরিচালিত হয় এবং সেই জন্য মাংসপেশীর আক্ষেপ উপস্থিত হয়। গ্যাল্‌ভানির মতে ধাতুখণ্ডদ্বয় কেবল পরিচালকের কার্য্য করে মাত্র।

সুপ্রসিদ্ধ বৈজ্ঞানিক পণ্ডিত ভল্টা (Volta) গ্যাল্‌ভানির আবিষ্কার সবিশেষ তদন্ত করিয়া নির্ণয় করেন যে, উপরিউক্ত দুইখণ্ড ধাতুর পরস্পর স্পর্শনই মাংসপেশীর আক্ষেপের প্রধান কারণ। তিনি স্থির করেন যে, গ্যাল্‌ভানির পরীক্ষায় যে বিভিন্ন দুইখণ্ড ধাতু ব্যবহৃত হয়, তাহাদিগের একত্র স্পর্শন দ্বারাই তড়িৎ উৎপন্ন হয় এবং তড়িৎ-যুক্ত উক্ত দুইখণ্ড ধাতু দ্বারা শরীর স্পৃষ্ট হইলে উহাতে তড়িৎ সংক্রামিত হয় ও মাংসপেশীর আক্ষেপের দ্বারা তাহা প্রকাশ পায়। ভল্টার মতে ভিন্ন ধর্ম্মাক্রান্ত দুইটী ধাতু একত্রিত হইলেই একটীতে সংযোগ ও অপরটীতে বিয়োগ তড়িৎ উৎপন্ন হইয়া থাকে।

ভল্টা এই অনুমানের উপর নির্ভর করিয়া ১৮০০ খৃষ্টাব্দে স্বনাম-খ্যাত "তড়িৎ-স্তূপ" নির্ম্মাণ করেন। ইহা অদ্যাবধি ভল্টার পাইল্ (Voltaic Pile) নামে প্রসিদ্ধ। একখণ্ড তাম্র ও একখণ্ড দস্তা একত্রিত হইয়া এই তড়িৎ-স্তূপের এক একটী জোড় (Couple) নির্ম্মিত হয়। ভল্টা এইরূপ অনেকগুলি জোড় উপর্য্যুপরি সজ্জিত করিয়া একটী "স্তূপ" (Pile) নির্ম্মাণ করতঃ উহা হইতে প্রচুর পরিমাণে তড়িৎ উৎপাদন করিয়াছিলেন। প্রতি জোড়ের মধ্যে তিনি এক একখণ্ড বস্ত্র জল-মিশ্রিত সল্‌ফিউরিক্ এসিডে সিক্ত করিয়া

স্থাপন করেন। জোড়গুলি উপরিউক্ত প্রণালীতে উপর্য্যুপরি সজ্জিত হইলে পর স্তূপের এক দিকে একখণ্ড দস্তা ও অপর দিকে একখণ্ড তাম্র-ফলক থাকে। এক্ষণে উক্ত দস্তা-ফলকে একটী ও তাম্র-ফলকে আর একটী রেশম-জড়িত তাম্র তার সংলগ্ন করিয়া এই উভয় তার একত্রিত করিলে উক্ত তার দিয়া একটী তড়িৎ-প্রবাহ প্রবাহিত হইতে থাকে। ফলতঃ এই যন্ত্রে এত অধিক তড়িৎ উৎপন্ন হয় যে, উহা দ্বারা তড়িতের সকল ক্রিয়াই প্রদর্শিত হইতে পারে।

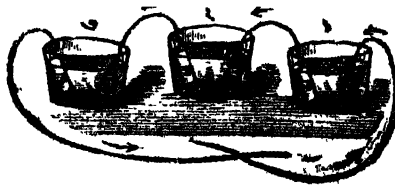
কিছুদিন পরে উলাস্‌টন্ (Wollaston), ডেভি (Davy) প্রভৃতি বৈজ্ঞানিক পণ্ডিতগণ স্থির করেন যে, ভল্টার "স্তূপে" যে তড়িৎ উৎপন্ন হয়, তাহা দুইটী বিভিন্ন ধাতুর স্পর্শনে নহে। দুইটী জোড়ের মধ্যে রক্ষিত বস্ত্রখণ্ডে যে সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ থাকে, তাহাই দস্তা-ফলকের সহিত মিলিত হইয়া রাসায়নিক ক্রিয়া উৎপাদন করে এবং এই রাসায়নিক ক্রিয়া হইতেই তড়িৎ উৎপন্ন হয়। অধুনা বৈজ্ঞানিক পণ্ডিতেরা পরীক্ষা দ্বারা স্থির করিয়াছেন যে, রাসায়নিক ক্রিয়া উপস্থিত হইলেই তড়িৎ উৎপন্ন হয়। যখনই একটী তরল পদার্থ ও একখণ্ড ধাতুর পরস্পর স্পর্শনে রাসায়নিক ক্রিয়া উপস্থিত হয়, তখনই তরল পদার্থ সংযোগ ও ধাতু-খণ্ড বিয়োগ তড়িৎ-যুক্ত হয়। এক খানি দস্তা-ফলক জলমিশ্রিত সল্‌ফিউরিক্ এসিডের মধ্যে নিমজ্জিত হইলে উভয়ের মধ্যে রাসায়নিক ক্রিয়া উপস্থিত হয় এবং দস্তা-ফলক হইতে বুদ্‌বুদাকারে গ্যাস্ উত্থিত হইতে দেখা যায়। এই দুই পদার্থের মিলনে জিঙ্ক্ সল্‌ফেট্ (Zinc Sulphate) নামক লবণ ও হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ উৎপন্ন হয়। এই রাসায়নিক ক্রিয়ার সঙ্গে সঙ্গে তড়িৎ উৎপন্ন হইয়া থাকে এবং দস্তা-ফলক বিয়োগ ও সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ সংযোগতড়িৎযুক্ত হয়। এক্ষণে যদি আমরা একখানি তাম্র-ফলক উক্ত দ্রাবক মধ্যে নিমজ্জিত করি, তাহা হইলে দেখিব যে, উহা সংযোগ-তড়িৎ-যুক্ত হইয়াছে। অতঃপর একটী তার দ্বারা দস্তা ও তাম্র ফলককে একত্রে যোগ করিলে দেখিতে পাই যে, দস্তা ও সল্‌ফিউরিক্ এসিডের মধ্যে রাসায়নিক ক্রিয়া পূর্ব্বাপেক্ষা সমধিক প্রবলভাবে সংসাধিত হইতে থাকে এবং হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ দস্তা-ফলক হইতে নির্গত না হইয়া তাম্র-ফলক হইতে বুদ্‌বুদাকারে উত্থিত হয়। এক্ষণে যোজক তারটী

পরীক্ষা করিলে তন্মধ্যে উত্তাপ ও আলোক উৎপাদন প্রভৃতি তড়িতের বিবিধ ক্রিয়া লক্ষিত হইবে। যতক্ষণ পূর্ব্বোক্ত দুইখণ্ড ধাতুফলক দ্রাবক মধ্যে নিমজ্জিত হইয়া তার দ্বারা যুক্ত থাকে, ততক্ষণ উক্ত ফলকদ্বয় হইতে দুই ভিন্ন প্রকৃতির তড়িৎ উৎপন্ন হইয়া যোজক তার দ্বারা পরস্পর মিলিত হয় এবং তৎক্ষণাৎ পুনরুৎপন্ন হইয়া পুনর্ম্মিলিত হয়। এইরূপে উভয়বিধ তড়িতের উৎপত্তি ও মিলন এত শীঘ্র ঘটিয়া থাকে যে, আমরা উহাদিগের পৃথক্ অস্তিত্ব উপলব্ধি করিতে পারি না, সুতরাং তারে একটী অবিরাম তড়িৎ-প্রবাহ (Continuous Current) সঞ্চালিত হইতেছে, ইহাই নির্দ্দেশ করা যায়। দ্রাবকের মধ্যে দস্তা হইতে তাম্রে এবং দ্রাবকের বাহিরে তাম্র হইতে দস্তায় এই তড়িৎ-প্রবাহ সঞ্চালিত হইয়া থাকে।

দুইটী বিভিন্ন ধাতু কোন দ্রব-পদার্থ (Solution) মধ্যে নিমজ্জিত হইয়া পরিচালক তার দ্বারা পরস্পর যুক্ত হইলে যদি দ্রব-পদার্থটী একটী ধাতুর উপর অপরটী অপেক্ষা অধিকতর রাসায়নিক ক্রিয়া প্রদর্শন করে অথবা একটীর উপর আদৌ রাসায়নিক ক্রিয়া সাধিত না হয়, তাহা হইলে একটী তড়িৎ-প্রবাহ (Electric Current) উৎপন্ন হয়। যখন আমরা জলমিশ্রিত সল্-ফিউরিক্ এসিডের মধ্যে তাম্র ও দস্তা-ফলক একত্রে নিমজ্জিত করি, তখনই দ্রাবক ও দস্তা পরস্পর মিলিত হইয়া রাসায়নিক ক্রিয়া প্রকাশ করে কিন্তু তাম্র-ফলকের উপর দ্রাবকের কোন ক্রিয়া দেখিতে পাওয়া যায় না। এইরূপে যে ধাতু-ফলকের উপর অধিক পরিমাণে রাসায়নিক ক্রিয়া উপস্থিত হয়, তাহাকে সংযোগ-ফলক (Positive Plate) এবং যাহার উপর অল্প বা মোটেই ক্রিয়া সাধিত হয় না, তাহাকে বিয়োগ-ফলক (Negative Plate) কহে। এস্থলে দস্তা সংযোগ-ফলক এবং তাম্র বিয়োগ-ফলক। সংযোগ-ফলক হইতে তড়িৎ উৎপন্ন হইয়া দ্রাবকের মধ্য দিয়া বিয়োগ-ফলকে আগমন করে এবং বিয়োগ-ফলক হইতে দ্রাবকের বাহিরে যোজক তার দিয়া সংযোগ-ফলকে প্রত্যাবর্ত্তন করে। দস্তা ও তাম্র এতদুভয় অথবা কেবল তাম্রের পরিবর্ত্তে অপর যে সকল পদার্থ তড়িৎ উৎপাদনের নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়, তন্মধ্যে প্ল্যাটিনম্ ধাতু, গ্রাফাইট্ এবং গ্যাস্-কার্ব্বন্ সর্ব্বপ্রধান। আমরা সচরাচর তড়িৎ উৎ-পাদনের নিমিত্ত গ্রোভের তড়িৎ-কোষাবলী (Battery) ব্যবহার করিয়া থাকি;

উহাতে দস্তা ও প্ল্যাটিনম্ যথাক্রমে সংযোগ ও বিয়োগ ফলক রূপে ব্যবহৃত হয়।

যে তার দ্বারা সংযোগ ও বিয়োগ ফলক সংযুক্ত হয়, তাহার মধ্যস্থল কাটিয়া দিলে অথবা প্রত্যেক ফলকটী পৃথক্ তার যুক্ত করিলে তাম্র অর্থাৎ বিয়োগ-ফলক-সংলগ্ন তারে সংযোগ-তড়িৎ এবং দস্তা অর্থাৎ সংযোগ-ফলক-সংলগ্ন তারে বিয়োগ-তড়িৎ অবস্থিতি করে। তাম্র-ফলকের যে স্থলে তার সংলগ্ন থাকে, তাহাকে সংযোগ-প্রান্ত (Positive Pole) এবং দস্তা-ফলকের যে স্থলে তার সংলগ্ন থাকে, তাহাকে বিয়োগ-প্রান্ত (Negative Pole) কহে। জল বা অন্য কোন রাসায়নিক যৌগিককে তড়িৎ-প্রবাহ-সংযোগে বিশ্লেষণ করিতে হইলে পূর্ব্বোক্ত দুইটী তারের অগ্রভাগে দুইখানি প্ল্যাটিনম্-ফলক সংলগ্ন করা হয়। সংযোগ-প্রান্ত-সংলগ্ন ফলককে সংযোগ ইলেক্‌ট্রোড্ (Positive electrode) ও অপর ফলককে বিয়োগ ইলেক্‌ট্রোড্ (Negative electrode) কহা যায়।

এইরূপে কোন পাত্রস্থিত দ্রাবক মধ্যে নিমজ্জিত দুইখানি বিভিন্ন ধাতু-ফলক তার দ্বারা সংযুক্ত হইলে একটী ভল্‌টার তড়িৎ-কোষ (Couple, Element or Cell) প্রস্তুত হয়। দুই বা ততোধিক তড়িৎ-কোষ পাশাপাশি সজ্জিত করিয়া একের বিয়োগ-ফলক অপরের সংযোগ-ফলকের সহিত সংযুক্ত করিলে একটী তড়িৎ-কোষাবলী (Voltaic Battery) প্রস্তুত হয়। নিম্নস্থ প্রতিকৃতি দৃষ্টে তড়িৎ-কোষাবলীর গঠন বোধগম্য হইবে। চিত্রে

৪০শ চিত্র।

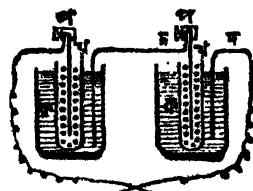
তিনটী মাত্র তড়িৎ-কোষ প্রদর্শিত হইয়াছে; প্রত্যেক কোষে (ত) চিহ্নযুক্ত একখানি তাম্র-ফলক ও (দ) চিহ্নযুক্ত একখানি দস্তা-ফলক রক্ষিত হইয়াছে। ১ম পাত্রের দস্তা-ফলকখানি তার দ্বারা ২য় পাত্রস্থ তাম্র ফলকের সহিত সংযুক্ত।

এইরূপে ২য় পাত্রস্থ দস্তা-ফলকখানি তার দ্বারা ১ম পাত্রস্থ তাম্র-ফলকের সহিত যুক্ত। ১ম পাত্রের দক্ষিণদিকের (দ) চিহ্নযুক্ত দস্তা-ফলকখানি এবং ৩য় পাত্রস্থিত (ত) চিহ্নযুক্ত তাম্র-ফলকখানি কাহারও সহিত যুক্ত নহে। এক্ষণে যদি আমরা ঐ সকল পাত্র জল-মিশ্রিত সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ দ্বারা পূর্ণ করি এবং ৩য় পাত্রস্থ বামপ্রান্তস্থিত তাম্র-ফলকে ও ১ম পাত্রস্থ দক্ষিণ প্রান্তস্থিত দস্তা-ফলকে এক এক খণ্ড স্বতন্ত্র রেশম-জড়িত তাম্র তার সংলগ্ন করিয়া দিই এবং এই দুইটী তার একত্রে সংযুক্ত করি, তাহা হইলে একটী তড়িৎ-প্রবাহ ৩য় পাত্রের তাম্র-ফলক হইতে নির্গত হইয়া তীরাঙ্ক-নির্দ্দিষ্ট পথে তার বাহিয়া ১ম পাত্রস্থ দস্তা-ফলকে আসিয়া উপস্থিত হয়; পরে দ্রাবকের মধ্য দিয়া উক্ত পাত্রস্থ তাম্র-ফলকে গমন করে এবং উহা হইতে সংলগ্ন তার বাহিয়া ২য় পাত্রের দস্তা-ফলকে, পরে তাম্র-ফলকে এবং উহা হইতে ঐরূপ প্রকারে ৩য় পাত্রের দস্তা-ফলকে আসিয়া উপস্থিত হয় এবং অবশেষে দ্রাবকের ভিতর দিয়া তাম্র-ফলকে গমন করে এবং পূর্ব্ববৎ তার বাহিয়া পুনরায় ১ম পাত্রের দস্তা-ফলকে উপনীত হয়। এইরূপে একটী তড়িৎ-প্রবাহ ক্রমাগত চক্রাকারে তড়িৎ-কোষাবলীকে আবর্ত্তন করে।

ভল্টার সময়ে এইরূপ গঠনের তড়িৎ-কোষাবলী ব্যবহৃত হইত কিন্তু অধুনা ইহার প্রচলন নাই। এক্ষণে এই যন্ত্র-নির্ম্মাণবিষয়ে যথেষ্ট উন্নতি সাধিত হইয়াছে। ভল্টার তড়িৎ-কোষাবলীর তাম্রপাতগুলিতে হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ বুদ্বুদাকারে সঞ্চিত হয় বলিয়া তন্মধ্যে প্রথমে যে পরিমাণে তড়িৎ উৎপন্ন হয়, ক্রমশঃ তাহার তেজ কমিয়া আইসে। কিন্তু এক্ষণে যে সকল তড়িৎ-কোষাবলী নির্ম্মিত হইয়াছে, তন্মধ্যস্থিত সংযোগ-ফলকে হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ যাহাতে সঞ্চিত হইতে না পারে, তাহার সবিশেষ বন্দোবস্ত আছে, সুতরাং তন্মধ্যে তড়িতের তেজ সর্ব্বদা অক্ষুণ্ণ থাকে। এই জন্য এই সকল যন্ত্র স্থায়ী-তড়িৎ-কোষ (Constant Cells) নামে অভিহিত।

এই শ্রেণীর যন্ত্রের মধ্যে গ্রোভ্ (Grove), বুন্‌সেন্ (Bunsen) ও ড্যানিয়েল্ (Daniel) নির্ম্মিত তড়িৎ-কোষাবলী বিশেষ কার্য্যোপযোগী বলিয়া সর্ব্বদা ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

গ্রোভের তড়িৎ-কোষ—পূর্ব্বোক্ত ভল্টার তড়িৎ-কোষাবলীর ন্যায়

গ্রোভের যন্ত্রে একটি কোষ-মধ্যে দুইখানি ধাতু-ফলক রক্ষিত হয় না। দুইখানি ধাতু-ফলকের নিমিত্ত দুইটী ভিন্ন পাত্র ব্যবহৃত হয়। এই পাত্রদ্বয়ের মধ্যে একটী আয়তনে বড় (৪১শ চিত্র, ক) এবং অপরটী তদপেক্ষা ছোট (খ)। বড় পাত্রটী (ক) কাচ বা পোর্সিলেন নির্ম্মিত, উহার অভ্যন্তরে মৃত্তিকা-

৪১শ চিত্র।

নির্ম্মিত সছিদ্র (Porous) ছোট পাত্রটী (খ) স্থাপিত। বহিঃস্থ পাত্রমধ্যে পারদাবৃত একখানি দস্তা-ফলক (দ) ও অভ্যন্তরস্থ পাত্রে একখানি প্ল্যাটিনম্-ফলক (প) রক্ষিত হয়। বহিঃস্থ পাত্র জলমিশ্রিত সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ ও অভ্যন্তরস্থ পাত্র উগ্র নাইট্রিক্ এসিড্ দ্বারা পূর্ণ করতঃ ধাতু-ফলকদ্বয়কে তার দ্বারা সংযুক্ত করিলে গ্রোভের তড়িৎ-কোষাবলীর একটি কোষ প্রস্তুত হয়।

এই কোষের মধ্যে রাসায়নিক ক্রিয়া সংঘটিত হইয়া কিরূপে তড়িৎ উৎপন্ন হয়, এক্ষণে তাহা বর্ণিত হইতেছে। দস্তা-ফলকের সহিত জলমিশ্রিত সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ একত্রিত হইবামাত্র রাসায়নিক ক্রিয়া উপস্থিত হইয়া হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ উৎপন্ন হয় কিন্তু উহা বুদ্বুদাকারে বায়ুমধ্যে নির্গত না হইয়া অভ্যন্তরস্থ সছিদ্র (Porous) মৃন্ময়পাত্রে প্রবেশ করে এবং তন্মধ্যস্থ নাইট্রিক্ এসিড্‌কে বিশ্লেষণ করিয়া অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া জল প্রস্তুত করে, প্লাটিনম্-ফলকের উপর সঞ্চিত হয় না। নাইট্রিক্ এসিড্ এইরূপে বিশ্লিষ্ট হয় বলিয়া উহা হইতে রক্তবর্ণ ধূম (Nitrous fumes) নির্গত হয়। পূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে যে, ভল্‌টার তড়িৎ-কোষে হাইড্রোজন্ গ্যাস্ তাম্র-ফলকের উপর বুদ্বুদাকারে সঞ্চিত হয় বলিয়া উৎপন্ন তড়িতের তেজ ক্রমশঃ মন্দীভূত হইয়া আইসে; ইংরাজীতে ইহা Polarisation of the inactive plate নামে অভিহিত। কিন্তু গ্রোভের তড়িৎ-কোষে পূর্ব্বোক্ত কারণে হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ প্লাটিনম-ফলকের উপর সঞ্চিত হইতে পারে না, সুতরাং বিয়োগ-ফলক (Inactive plate) পোলারাইজ্‌ড্ (Polarised) হয় না বলিয়া তড়িৎ-কোষাবলীর মধ্যে তড়িতের তেজ বহুক্ষণ সমভাবে থাকে।

উল্লিখিত গঠনের দুই, তিন বা ততোধিক তড়িৎ-কোষ পাশাপাশি একত্রে সাজাইয়া একটী গ্রোভের তড়িৎ-কোষাবলী (৪১শ চিত্র দেখ) প্রস্তুত হয়।

প্রত্যেক কোষের প্ল্যাটিনম্-ফলক অপরটীর দস্তা-ফলকের সহিত তার বা স্ক্রুর দ্বারা সংযুক্ত থাকে। তড়িৎ-কোষাবলীর এক প্রান্তে একখানি দস্তা-ফলক ও অপর প্রান্তে একখানি প্ল্যাটিনম্-ফলক পৃথক্ অর্থাৎ অসংযুক্ত থাকে। এক্ষণে দুইটী তার এই দুইখানি ফলকে সংলগ্ন করিয়া একত্রে যুক্ত করিলেই তড়িৎ-কোষাবলীর মধ্যে তড়িৎ-প্রবাহ উৎপন্ন হয়। এই তড়িৎ-কোষাবলীর দস্তার দিক্ বিয়োগ এবং প্ল্যাটিনমের দিক সংযোগ-প্রান্ত। প্রথমতঃ দস্তা-ফলক হইতে তড়িৎ উৎপন্ন হইয়া দ্রাবকের মধ্য দিয়া প্ল্যাটিনম্-ফলকে গমন করে এবং উহা হইতে পরবর্ত্তী দস্তা-ফলকে, তৎপরে প্ল্যাটিনম্-ফলকে, এই নিয়মানুসারে যন্ত্র মধ্যে আবর্ত্তন করে।

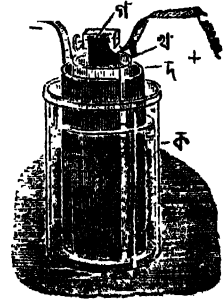
গ্রোভের তড়িৎ-কোষাবলীতে যে দস্তা-ফলক ব্যবহৃত হয়, উহা পারদ দ্বারা প্রলিপ্ত। দস্তা-ফলকের উপর পারদ মাখাইলে উভয় ধাতুর মিশ্রণে একটী পারদ-মিশ্রণ (Amalgam) প্রস্তুত হয়। সচরাচর দস্তার সহিত লৌহ প্রভৃতি অন্যান্য কয়েকটী ধাতু কিয়ৎ পরিমাণে মিশ্রিত থাকে, এজন্য দস্তা-ফলক সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ মধ্যে নিমজ্জিত হইলে তন্মধ্যস্থিত অপরাপর ধাতুদিগের সহিতও সল্‌ফিউরিক্ এসিডের রাসায়নিক ক্রিয়া উপস্থিত হইয়া দস্তা-ফলকে বহুসংখ্যক ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র তড়িৎ-প্রবাহ উৎপন্ন হয়; এ কারণ প্রধান তড়িৎ-প্রবাহের তেজ শীঘ্র মন্দীভূত হইয়া পড়ে। ইংরাজীতে এই ক্রিয়াকে Local action কহে। দস্তা-ফলকে পারদ মাখাইয়া পারদ-মিশ্রন প্রস্তুত করিলে এই দোষ ঘটে না। বিশেষতঃ যখন তড়িৎ-কোষাবলীর কার্য্য স্থগিত থাকে, তখন পারদ-মিশ্রিত দস্তা-ফলক সল্‌ফিউরিক্ এসিডের মধ্যে নিমজ্জিত থাকিলেও উভয়ের মধ্যে রাসায়নিক ক্রিয়া উপস্থিত হয় না, সুতরাং উহা ক্ষয় প্রাপ্ত হয় না। কিন্তু পারদ না মাখাইয়া দস্তা-ফলক সল্‌ফিউরিক্ এসিডের সহিত একত্রে রাখিলেই উহা শীঘ্র ক্ষয়প্রাপ্ত হইয়া নষ্ট হইয়া যায়।

প্ল্যাটিনম্ ধাতুর উপর নাইট্রিক্ এসিডের কোন ক্রিয়া নাই, সুতরাং যত কালই তড়িৎ-কোষাবলী ব্যবহৃত হউক না কেন, প্ল্যাটিনম্-ফলকগুলি অক্ষুণ্ণ থাকে, উহাদিগকে পরিবর্ত্তন করিবার কোন প্রয়োজন হয় না।

সকল তড়িৎ-কোষেই দস্তা ও সল্‌ফিউরিক্ এসিডের মধ্যে রাসায়নিক ক্রিয়া উপস্থিত হইয়া সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ ক্রমশঃ ক্ষীণতেজ হইয়া আইসে; ইহা দ্বারা

কোষের মধ্যে তড়িৎ-প্রবাহের তেজ ক্ষীণ হওয়া অবশ্যম্ভাবী। মধ্যে মধ্যে সল্‌ফিউরিক এসিড্‌ ও দস্তা-ফলকের পরিবর্ত্তন ভিন্ন এই দোষের প্রতীকারের অন্য উপায় নাই।

গ্রোভ্‌ ব্যতীত বুন্‌সেন্, ড্যানিয়েল্, লেক্‌ল্যান্স্‌, বাইক্রোমেট্ অব্‌ পটাস্ প্রভৃতি বিভিন্ন প্রকারের তড়িৎ-কোষ তড়িৎ-প্রবাহ উৎপাদনের নিমিত্ত ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

বুন্‌সেনের তড়িৎ-কোষ—বুন্‌সেনের তড়িৎ-কোষের নির্ম্মাণ-প্রণালী অবিকল গ্রোভের তড়িৎ-কোষের ন্যায়, কেবল প্ল্যাটিনম্-ফলকের পরিবর্ত্তে একখণ্ড গ্যাস কার্ব্বন্ ব্যবহৃত হয়। এস্থলে বুন্‌সেনের তড়িৎ-কোষের একটী চিত্র প্রদত্ত হইল (৪২শ চিত্র)। (ক) বহিঃস্থ পোর্সিলেনের পাত্র, ইহার মধ্যে জল-মিশ্রিত সল্‌ফিউরিক্ এসিড্‌ ও একখানি দস্তা-ফলক (দ) থাকে। (খ) অভ্যন্তরস্থ সছিদ্র মৃন্ময় পাত্র, ইহার মধ্যে উগ্র নাইট্রিক্ এসিড্‌ ও একখণ্ড গ্যাস্ কার্ব্বন্ (গ) থাকে। এইরূপ অনেকগুলি তড়িৎ-কোষ একত্রে রাখিয়া একের দস্তা-ফলক অপরের গ্যাস্ কার্ব্বনের সহিত তারদ্বারা যুক্ত করিলে বুন্‌সেনের তড়িৎ-কোষাবলী প্রস্তুত হয়।

৪২শ চিত্র

ড্যানিয়েলের তড়িৎ-কোষ—ড্যানিয়েলের তড়িৎ-কোষের একটী পাত্রে পূর্ব্ববৎ দস্তা ও সল্‌ফিউরিক্ এসিড্‌ থাকে কিন্তু প্ল্যাটিনম্-ফলক ও নাইট্রিক্ এসিডের পরিবর্ত্তে একখানি তাম্র-ফলক এবং তুঁতিয়ার দ্রাবণ (Solution of Sulphate of Copper) অপর পাত্রে রক্ষিত হয়। বহিঃস্থ পাত্রটী তাম্র-নির্ম্মিত হইলে উহাই তাম্র-ফলকের কার্য্য করে, পৃথক তাম্র-ফলকের প্রয়োজন হয় না। তাম্র-পাত্রের উপরিভাগে কিয়ৎ-পরিমাণ তুঁতিয়ার দানা (Crystals of Sulphate of Copper) রক্ষিত হয়; অভ্যন্তরস্থ তুঁতিয়ার দ্রাবণ রাসায়নিক ক্রিয়া দ্বারা ক্রমশঃ ক্ষীণ হইয়া আসিলে উপরিস্থিত তুঁতিয়ার দানা দ্রাবণের সহিত মিলিত হয় এবং এইরূপে দ্রাবণে তুঁতিয়ার পরিমাণ সর্ব্বদা অক্ষুণ্ণ থাকে।

লেক্ল্যান্স্ ও বাইক্রোমেট্ অব পটাস্ তড়িৎ-কোষের গঠন পরে বর্ণিত হইবে।

রাসায়নিক-ক্রিয়া-জনিত তড়িতের ক্রিয়া।

পূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে যে তড়িৎ দ্বারা উত্তাপ ও আলোক উৎপন্ন হয় এবং রাসায়নিক ক্রিয়া সম্পাদিত হয়। এক্ষণে পরীক্ষা দ্বারা এই সকল ক্রিয়া কি প্রকারে সংসাধিত হয়, তাহা দেখা যাইতেছে।

১ম। তাপোৎপাদন—

৩২শ পরীক্ষা।—চারিটী কোষ-বিশিষ্ট গ্রোভের তড়িৎ-কোষাবলীর দুই প্রান্ত একটী সূক্ষ্ম প্ল্যাটিনম্ তার দ্বারা যুক্ত কর—তারটী অবিলম্বে লোহিতোত্তপ্ত হইয়া উঠিবে। কোন পাত্রে কিঞ্চিৎ বারুদ রাখিয়া ঐ তারটী তন্মধ্যে স্থাপন করিলে বারুদ অবিলম্বে জ্বলিয়া উঠিবে।

ইহার কারণ এই যে, পরিচালক পদার্থ সূক্ষ্মায়তন-বিশিষ্ট হইলে তড়িৎ-প্রবাহ সহজে উহার মধ্য দিয়া প্রবাহিত হইতে পারে না, প্রবল বাধা (Resistance) প্রাপ্ত হয়। তড়িৎ বাধা প্রাপ্ত হইলে তাপ উৎপাদন করে; যত বেশী বাধা প্রাপ্ত হয়, ততই অধিকতর তাপ সমুদ্ভূত হয়। প্ল্যাটিনম্ ধাতু যদিও উত্তম তড়িৎ-পরিচালক, তথাপি এস্থলে তারের সূক্ষ্মায়তন হেতু তড়িৎ-প্রবাহের গতি সমধিক বাধা প্রাপ্ত হয়; সুতরাং অতি অল্পক্ষণের মধ্যেই উহা উত্তপ্ত হইয়া উঠে এবং ক্রমশঃ তাপ এত বৃদ্ধি প্রাপ্ত হয় যে, তারটী শীঘ্র লোহিত বর্ণ ধারণ করে; এমন কি তার অত্যন্ত সূক্ষ্ম হইলে দ্রব হইয়া ছিন্ন হইয়া যায়। পরিচালক পদার্থ যত বৃহদায়তনের হয়, তড়িৎ তত সহজে উহার মধ্য দিয়া গমন করিতে পারে।

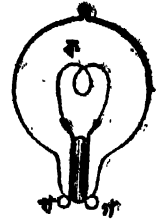
২য়। আলোকোৎপাদন—

৩০ পরীক্ষা।—সোয়ান্ ল্যাম্পের (Swan lamp) মধ্যে যে প্ল্যাটিনম্ তার থাকে, তাহার বহিঃস্থ দুইটী মুখ তার দিয়া তড়িৎ-কোষাবলীর প্রান্তদ্বয়ের সহিত যোগ কর। তার শ্বেতোত্তপ্ত হইয়া উজ্জ্বল আলোক প্রদান করিবে।

পরপৃষ্ঠায় সোয়ান্ ল্যাম্পের একটী চিত্র প্রদত্ত হইল। ইহার অভ্যন্তর বায়ুশূন্য, কেবল একটী সরু প্ল্যাটিনমের তার (ক) ভিতরে ধনুর ন্যায় বক্রাকারে

অবস্থিত থাকে এবং উহার দুই মুখ (খ) ও (গ) ল্যাম্পের বাহিরে অবস্থিত। কোন কোন ল্যাম্পে প্ল্যাটিনম্ তারের পরিবর্ত্তে একখণ্ড অঙ্গার-শলাকা ব্যবহৃত হয়; অঙ্গার-শলাকার দুই মুখে দুইটী প্ল্যাটিনম্ তার সংলগ্ন থাকে এবং উহারা পূর্ব্ববৎ ল্যাম্পের কাচ ভেদ করিয়া বাহিরে অবস্থিতি করে। এক্ষণে এই দুইটী মুখ তড়িৎ-কোষাবলীর দুইটী প্রান্তের সহিত তার দ্বারা সংযুক্ত হইলে ল্যাম্পের অভ্যন্তরস্থ অঙ্গার-শলাকা বা প্ল্যাটিনম্ তার শ্বেতোত্তপ্ত হইয়া উজ্জ্বল আলোক বিতরণ করে।

৩৪শ চিত্র

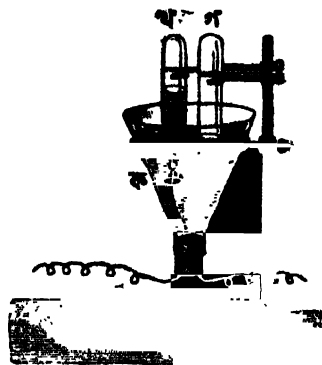
অপেক্ষাকৃত বৃহদাকারের সোয়ান্ ল্যাম্প দ্বারা প্রশস্ত গৃহ, দালান বা প্রাঙ্গণস্থল আলোকিত করিতে পারা যায়। ল্যাম্পের ভিতরে বায়ু থাকে না বলিয়া অঙ্গার-শলাকা দগ্ধ হয় না। ফলতঃ তড়িতের তেজ সমধিক প্রবল না হইলে একটী সোয়ান্ ল্যাম্প্ বহুদিন পর্য্যন্ত ব্যবহৃত হইতে পারে।

রাজপথ বা বহুবিস্তৃত ভূমিখণ্ড আলোকিত করিবার জন্য আর্ক্ লাইট্ (Arc Light) নামক অপর এক প্রকার তড়িতালোক ব্যবহৃত হয়। এই সকল ল্যাম্পের অভ্যন্তর বায়ুশূন্য নহে এবং প্রত্যেক ল্যাম্পের মধ্যে বৃহদায়তনের দুইটী অঙ্গার-শলাকা থাকে। শলাকা দুইটীর দুই প্রান্ত ব্যাটারির সহিত যুক্ত থাকে এবং অপর দুই প্রান্ত পরস্পর অতি সন্নিকটে অবস্থিতি করে। আলোকোৎপাদনের সময় এই দুইটী শলাকা বায়ু সংযোগে দগ্ধ হইয়া অল্পে অল্পে ক্ষয়প্রাপ্ত হয়, এ কারণ মধ্যে মধ্যে ইহাদিগের পরিবর্ত্তন আবশ্যক। আর্ক্ লাইটের আলোক শুভ্রবর্ণ ও সাতিশয় প্রখর। কলিকাতা নগরীর মধ্যে কতিপয় রাজপথ, হাবড়া সেতু এবং হাবড়া ষ্টেসন্ রাত্রে এইরূপ তড়িতালোকে আলোকিত করা হয়। সোয়ান্ ল্যাম্পে একটী মাত্র অভগ্ন অঙ্গার-শলাকা ব্যবহৃত হয়; আর্ক্ লাইটের জন্য দুইখণ্ড স্থূল অঙ্গার-শলাকা তড়িৎ-কোষাবলীর দুই প্রান্তের সহিত তার দ্বারা সংযুক্ত থাকে—এই দুই শলাকার মধ্যে অত্যল্প মাত্র ব্যবধান থাকে।

তড়িৎ দ্বারা আলোকোৎপাদনের অপর একটী পরীক্ষা নিম্নে প্রদত্ত হইল।

৩৬শ পরীক্ষা।—চারিটী কোষযুক্ত গ্রোভের তড়িৎ-কোষাবলীর দুই প্রান্তের তারে দুইখানি

উখা (File) সংলগ্ন কর। পরে একখানি উখার অগ্রভাগ অপর উখার দাঁতগুলির উপর টান—অত্যুজ্জ্বল অগ্নি-স্ফুলিঙ্গ নির্গত হইবে।

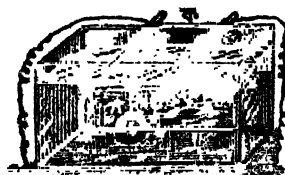
৩য়। যৌগিক পদার্থের বিশ্লেষণ (Electrolysis)—

৩৫শ পরীক্ষা।—একটী আয়ত পাত্রে (৪৪শ চিত্র, ক) জল রাখিয়া তন্মধ্যে দুইটী জলপূর্ণ কাচ নল (খ ও গ) নিম্নমুখ করিয়া নিমজ্জিত করতঃ পরে গ্রোভের তড়িৎ-কোষাবলীর দুই প্রান্ত-সংলগ্ন দুইখানি ইলেক্‌ট্রোড্ (ঘ ও চ) উহাদিগের মধ্যে প্রবেশ করাইয়া দাও। তড়িৎ-প্রবাহ জল মধ্যে প্রবাহিত হইলে জলকে বিশ্লেষণ করিয়া অক্সিজেন্ ও হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ উৎপাদন করিবে এবং (খ) নলে অক্সিজেন্ ও (গ) নলটীতে হাইড্রোজেন্ সঞ্চিত হইবে। জলের সহিত স্বল্প পরিমাণে সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ মিশ্রিত করিলে তড়িৎ-প্রবাহ স্বচ্ছন্দে জলের মধ্যে পরিচালিত হয় এবং তৎসংযোগে বিশ্লেষণ-ক্রিয়া সুচারুরূপে সম্পন্ন হইয়া থাকে।

৪৪শ চিত্র।

এস্থলে সংযোগ-প্রান্ত-সংলগ্ন ইলেক্‌ট্রোড্ খ-নলের মধ্যে প্রবিষ্ট হইয়াছে, তাহাতে অক্সিজেন্—এবং বিয়োগ-প্রান্ত-সংলগ্ন ইলেক্‌ট্রোড্ গ-নলে প্রবেশ করিয়াছে, তাহাতে হাইড্রোজেন্ সঞ্চিত হয়। যদি দুইটী নলের আয়তন সমান হয়, তাহা হইলে দেখা যায় যে, জল বিশ্লিষ্ট হইয়া যে পরিমাণ হাইড্রোজেন্ উৎপন্ন হইয়াছে, তাহার অর্দ্ধেক পরিমাণ অক্সিজেন্ অপর নলে সঞ্চিত হইয়াছে। ইহা দ্বারা প্রমাণিত হয় যে, দুই ঘনায়তন (Volume) হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ এক ঘনায়তন (Volume) অক্সিজেন্ গ্যাসের সহিত মিলিত হইয়া জল প্রস্তুত করে। তড়িৎ-প্রবাহ-সংযোগে যৌগিকের এইরূপ রাসায়নিক বিশ্লেষণকে ইলেক্‌ট্রোলিসিস্ (Electrolysis) কহে। জল ব্যতীত অপরাপর অনেক যৌগিক পদার্থও তড়িৎ-প্রবাহ দ্বারা সহজেই বিশ্লিষ্ট হয়। সোডিয়ম্, পোটাসিয়ম্, ক্যাল্‌সিয়ম্, ম্যাগ্নেশিয়ম্ প্রভৃতি কতকগুলি ধাতুর ক্লোরাইড্‌কে তড়িৎ-প্রবাহ দ্বারা বিশ্লেষণ করিয়া বিশুদ্ধ ধাতু প্রস্তুত করা যায়। যে কোন ধাতুর যৌগিক এইরূপে বিশ্লিষ্ট হইলে মূল ধাতুটী ব্যাটারির বিয়োগ-প্রান্তে গমন করে, এজন্য ধাতু মাত্রেই ইলেক্‌ট্রো-পজিটিভ্ (Electro-positive)

নামে অভিহিত, এবং যাবতীয় অধাতব পদার্থ (Non-metals) সংযোগ-প্রান্তে গমন করে বলিয়া অধাতব পদার্থকে ইলেক্‌ট্রো-নেগেটিভ্ (Electro-negative) কহে। তড়িৎ-প্রবাহ দ্বারা বিশ্লেষ্য পদার্থকে ইলেক্‌ট্রোলাইট্ (Electrolyte) কহে এবং ঐ পদার্থটী তড়িৎ দ্বারা যে দুই ভাগে বিয়োজিত হয়, তাহার প্রত্যেক অংশকে আয়ন্ (Ion) কহে।

গিল্‌টিকরণ (Electro-gilding)—ইহাও তড়িৎ-প্রবাহ-সংযোগে রাসায়নিক বিশ্লেষণ-ক্রিয়ার অপর একটী উদাহরণ। এই প্রণালীর দ্বারা তাম্র, পিত্তল প্রভৃতি ধাতু-নির্ম্মিত পদার্থে স্বর্ণ বা রৌপ্যের গিল্‌টি করা যাইতে পারে। পূর্ব্বে গিল্‌টি করিতে হইলে স্বর্ণ বা রৌপ্যের সহিত পারদ মিশ্রিত করিয়া একটী পারদ-মিশ্রণ (Amalgam) প্রস্তুত করা হইত। যে পদার্থ গিল্‌টি করা হইবে, তাহার উপর উক্ত পারদ-মিশ্রণ উত্তমরূপে লাগাইয়া অগ্নিতে পোড়ান হইত; উত্তাপ-সংযোগে পারদ উড়িয়া যাইত এবং পাত্রের উপরে স্বর্ণের বা রৌপ্যের আবরণ সংলগ্ন হইত। এই প্রণালী অতিশয় শ্রম ও ব্যয়-সাপেক্ষ। এক্ষণে ইহার পরিবর্ত্তে স্বল্প ব্যয়ে ও সামান্য পরিশ্রমে তড়িৎ-প্রবাহ দ্বারা নিম্নলিখিত প্রণালীতে গিল্‌টি করা হয়:—

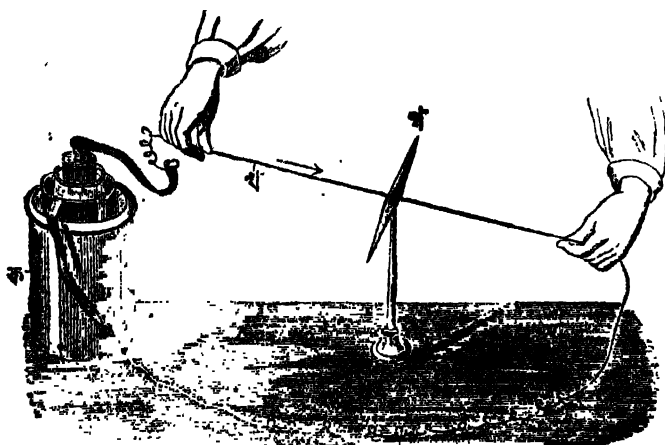
তড়িৎ-প্রবাহ দ্বারা রৌপ্যের গিল্‌টি করিতে হইলে সায়ানাইড্ অব্ সিলভার্ (Cyanide of Silver) এবং স্বর্ণের গিল্‌টি করিতে হইলে সায়ানাইড্ অব্ গোল্ড্ (Cyanide of Gold) নামক লবণের দ্রাবণ ব্যবহৃত হয়। একটী কাচ বা পোর্সিলেন-নির্ম্মিত পাত্রে (৪৫শ চিত্র, ক) উক্ত দ্রাবণ রাখিয়া তিন বা চারিটী কোষ-যুক্ত গ্রোভের তড়িৎ-কোষাবলীর বিয়োগ-প্রান্তের সহিত যে বস্তু গিল্‌টি করিতে হইবে, তাহাকে তার দ্বারা যুক্ত করিয়া তন্মধ্যে নিমজ্জিত করিতে হয় এবং সংযোগ-প্রান্তে, রৌপ্যের গিল্‌টি করিতে হইলে একখণ্ড রৌপ্য ও স্বর্ণের গিল্‌টি করিতে হইলে একখণ্ড স্বর্ণ তার দ্বারা সংলগ্ন করিয়া দ্রাবণ মধ্যে রক্ষিত হয়। এস্থলে

৪৫শ চিত্র।

একখানি পিত্তলের চামচ (খ) গিল্‌টি করিবার জন্য ব্যবহৃত হইয়াছে। এক্ষণে তড়িৎ-প্রবাহ সংযোগে দ্রাবণটী বিশ্লিষ্ট হইলে উহা হইতে রৌপ্য বা স্বর্ণ পৃথক্

হইয়া গিল্টি করিবার দ্রব্যের উপর পাতলা আবরণরূপে পতিত হয়। এইরূপে দ্রাবণ মধ্যে স্বর্ণ বা রৌপ্যের পরিমাণ কমিয়া গেলে সংযোগ-প্রান্ত-সংলগ্ন রৌপ্য বা স্বর্ণ খণ্ড (গ) দ্বারা উক্ত ক্ষয় পূরণ হইয়া থাকে।

লৌহ প্রভৃতি কতকগুলি ধাতু এইরূপ প্রক্রিয়া দ্বারা সহজে গিল্টি করা যায় না। প্রথমতঃ উহাদিগের উপর তাম্রের আবরণ লাগাইয়া পরে গিল্টি করিতে হয়। পূর্ব্বোক্ত প্রণালীতে তড়িৎ-প্রবাহ-সংযোগে সায়ানাইড্ অব্ কপারের (Cyanide of Copper) দ্রাবণ হইতে লৌহ-নির্ম্মিত দ্রব্যের উপর সহজেই তাম্রের আবরণ পাতিত করিতে পারা যায়।

৪র্থ। **চুম্বক-শলাকার উপর তড়িৎ প্রবাহের ক্রিয়া।—**

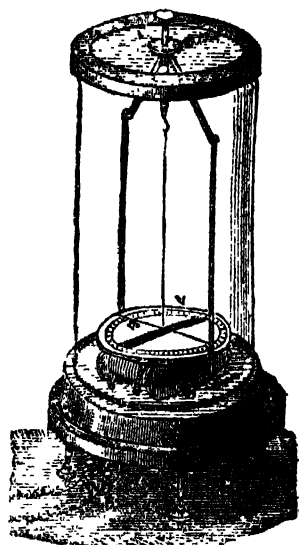
একটী চুম্বক্ শলাকা (Magnetic needle) কোন সূচ্যগ্র লৌহ-খণ্ডের উপর স্থাপন করিলে (৪৬শ চিত্র, গ) অথবা যে কোন স্থানে রেশমী সূতা দ্বারা ঝুলাইয়া রাখিলে উহার একটী মুখ উত্তর ও অপর মুখ দক্ষিণ দিকে ফিরিয়া থাকে। যে মুখ উত্তর দিকে ফিরিয়া থাকে, তাহাকে চুম্বক শলাকার উত্তর প্রান্ত (North Pole) এবং যে মুখ দক্ষিণ দিকে ফিরিয়া থাকে, তাহাকে দক্ষিণ প্রান্ত (South Pole) বলা যায়। কিন্তু বাস্তবিক পক্ষে আমরা চুম্বক-শলাকার যে প্রান্তকে উত্তর প্রান্ত বলি, তাহা দক্ষিণ প্রান্ত,

৪৬শ চিত্র।

এবং যাহাকে আমরা দক্ষিণ প্রান্ত বলি, তাহাই উত্তর প্রান্ত। এক্ষণে

যদি আমরা তড়িৎ-প্রবাহ-যুক্ত একটী তার (খ) ঐ শলাকার সন্নিকটে সমান্তরাল (Parallel) ভাবে ধারণ করি, তাহা হইলে উহা উত্তর-দক্ষিণ-মুখী না থাকিয়া কিছুক্ষণ এদিক ওদিক করিয়া অবশেষে পূর্ব্ব-পশ্চিম-মুখী হইয়া অর্থাৎ তারের আড়াআড়িভাবে (At right angles) অবস্থিতি করিবে। তারটী তড়িৎ-কোষ (৪৬শ চিত্র, ক) হইতে বিযুক্ত হইলেই শলাকা পুনর্ব্বার ঘুরিয়া পূর্ব্বাবস্থা প্রাপ্ত হইবে অর্থাৎ উত্তর-দক্ষিণ-মুখী হইয়া রহিবে। যদি তড়িৎ-প্রবাহ চুম্বক-শলাকার উপরিভাগে দক্ষিণ হইতে উত্তর মুখে প্রবাহিত হয়, তাহা হইলে শলাকার উত্তর প্রান্ত পশ্চিম দিকে ফিরিয়া যাইবে, কিন্তু উত্তর হইতে দক্ষিণ মুখে তড়িৎ-প্রবাহ প্রবাহিত হইলে শলাকার উত্তর প্রান্ত পূর্ব্বদিকে ফিরিয়া যাইবে। পুনশ্চ চুম্বক-শলাকার নিম্ন প্রদেশে তড়িৎ প্রবাহ দক্ষিণ হইতে উত্তর দিকে প্রবাহিত হইলে শলাকার উত্তর প্রান্ত পূর্ব্বের ন্যায় দিক্ পরিবর্ত্তন করিবে কিন্তু পূর্ব্বকথিত দিকে না ফিরিয়া ঠিক তাহার বিপরীত দিকে ফিরিয়া যাইবে। বৈজ্ঞানিক এয়ারষ্টেডের (Oersted) পরীক্ষা দ্বারা চুম্বক-শলাকার এইরূপ দিক্ পরিবর্ত্তন সম্বন্ধে এই নিয়ম নির্দ্দিষ্ট হইয়াছে যে চুম্বক শলাকার ঊর্দ্ধ বা নিম্ন, যে কোন প্রদেশ দিয়া তড়িৎ-প্রবাহ চুম্বক শলাকার সমান্তরালভাবে প্রবাহিত হউক না কেন, শলাকার উত্তর প্রান্ত সর্ব্বদা তড়িৎ-প্রবাহের বাম দিকে ফিরিয়া যাইবে।

তড়িৎ-মান যন্ত্র (Galvanometer)—চুম্বক-শলাকার উপর তড়িৎ-প্রবাহের উপরোক্ত ক্রিয়া লক্ষ্য করিয়া এই যন্ত্র নির্ম্মিত হইয়াছে। এই যন্ত্র দ্বারা রাসায়নিক-ক্রিয়া-জনিত তড়িতের অস্তিত্ব, পরিমাণ এবং কোন্ দিকে প্রবাহের গতি, তাহা নিরূপিত হয়। পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে যে, একটী চুম্বক-শলাকা রেশমী সূতা দ্বারা ঝুলাইয়া রাখিলে উহা উত্তর দক্ষিণ-মুখী হইয়া থাকে, কিন্তু একটী তড়িৎ-প্রবাহ-যুক্ত তার সমান্তরালভাবে উহার নিকট স্থাপন করিলে শলাকাটী দিক্ পরিবর্ত্তন করতঃ পূর্ব্ব-পশ্চিম-মুখে অবস্থিতি করে। তড়িৎ প্রবাহ-যুক্ত তারের নিকটে থাকিলে চুম্বক-শলাকা এইরূপ দিক্ পরিবর্ত্তন করে দেখিয়া তড়িৎ-প্রবাহের অস্তিত্ব নিরূপণের জন্য উহা তড়িৎ-মান-যন্ত্র নির্ম্মাণে ব্যবহৃত হয়।

তড়িৎ-মান যন্ত্র নানা গঠনের হইয়া থাকে। এ স্থলে একপ্রকার তড়িৎ-মান যন্ত্রের প্রতিকৃতি (৪৭শ চিত্র) প্রদত্ত হইল।

(ক) একটী চুম্বক-শলাকা-রেশমী সুতা দ্বারা যন্ত্র মধ্যে ঝুলান রহিয়াছে। ইহার নিম্নে একখানি পুরু কাগজের চাকৃতি (খ) স্থাপিত। এই চাকৃতির পরিধি চারি সমান অংশে বিভক্ত এবং প্রত্যেক অংশ পুনরায় ৯০টী ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র সমান অংশে বিভক্ত। এই চাকৃতির মধ্যস্থলে চুম্বক-শলাকার পরিমাণে উত্তর-দক্ষিণ-মুখী একটী লম্বমান ছিদ্র (Slit) থাকে। চাকৃতির নীচে কাঠিমের গঠনের একখণ্ড তাম্র (গ) রেশমাবৃত তাম্র-তার দ্বারা জড়িত হইয়া কুণ্ডলরূপে (Coil) একখানি পিত্তল-নির্ম্মিত থালের উপর রক্ষিত হয়। কাঠিমের তার চুম্বক-শলাকা ও চাকৃতির লম্বমান ছিদ্রের সহিত সমান্তরালভাবে অবস্থিত। এক্ষণে উক্ত কুণ্ডলের তারের দুই মুখ (ঘ ও চ) তড়িৎ-প্রবাহ-যুক্ত যে কোন পদার্থের সহিত সংযুক্ত হইলে, তারের মধ্যে তড়িৎ পরিচালিত হইয়া উপরিস্থিত চুম্বক শলাকার উপর ক্রিয়া প্রদর্শন করে অর্থাৎ শলাকাটী উত্তর-দক্ষিণ-মুখী না থাকিয়া তড়িতের পরিমাণ অনুসারে অল্প বা অধিক পরিমাণে পূর্ব্ব-পশ্চিম-মুখে ঘুরিয়া যায়। তড়িতের পরিমাণ অধিক হইলে উহা চাকৃতির ছিদ্রের আড়াআড়িভাবে অবস্থিতি করে।

৪৭শ চিত্র।

আমরা যে পৃথিবীতে বাস করি, তাহা একটী প্রকাণ্ড চুম্বক; ইহার আকর্ষণ-বলেই চুম্বক-শলাকা উত্তর-দক্ষিণ-মুখী হইয়া অবস্থিতি করে। তড়িৎ-প্রবাহ-যুক্ত তারের নিকটবর্ত্তী হইলে শলাকা দিক্ পরিবর্ত্তন করে বটে, কিন্তু পৃথিবীর চুম্বকাকর্ষণ সর্ব্বদা ইহাকে স্বস্থানে (উত্তর-দক্ষিণ-মুখে) রক্ষা করিবার চেষ্টা করে, সুতরাং তড়িৎ-প্রবাহ-ক্রিয়ার কিয়ৎপরিমাণে প্রতিবন্ধকতা সাধন করে। তড়িৎ-মান যন্ত্র মধ্যেও এইরূপ প্রতিবন্ধকতা সংসাধিত হয়, এজন্য অতি ক্ষীণ-তেজ-বিশিষ্ট তড়িৎ-প্রবাহ শলাকাকে স্থানচ্যুত করিতে সমর্থ হয় না। শলাকার উপর পৃথিবীর এই চুম্বকাকর্ষণ শক্তি হ্রাস করিবার জন্য তড়িৎ-মান-যন্ত্র মধ্যে আর একটী চুম্বক-শলাকা রেশমী সূতা দ্বারা প্রথম

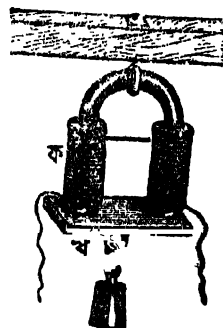
শলাকার বিপরীত মুখে (অর্থাৎ একের উত্তর প্রান্ত অপরের দক্ষিণ প্রান্তের নিকট) উহার সহিত দৃঢ়ভাবে সংযুক্ত হইয়া ঝুলান থাকে। পূর্ব্বে যে শলাকার (ক) বিষয় লিখিত হইয়াছে, তাহা চাকৃতির উপরে অবস্থিত এবং তাহাই আমরা ৪৭শ চিত্রমধ্যে দেখিতে পাইতেছি। শেষোক্ত শলাকাটী চাকৃতির নীচে কুণ্ডলের মধ্যস্থলে রক্ষিত হইয়াছে, তাহা চিত্রমধ্যে দৃষ্ট হইতেছে না। দুইটী শলাকা এইরূপ বিপরীত মুখে থাকিলে পৃথিবীর চুম্বকত্ব উহাদিগের প্রত্যেক-টীকে সমবলে অথচ বিপরীত দিকে আকর্ষণ করে সুতরাং পৃথিবীর চুম্বকাকর্ষণ-ক্রিয়া যুক্ত-শলাকার উপর এরূপ সামান্যভাবে লক্ষিত হয় যে, উক্ত শলাকা কেবল মাত্র উত্তর-দক্ষিণ-মুখী হইয়া থাকে। সুতরাং তড়িৎ-প্রবাহের ক্রিয়া অবাধে এই যুক্ত-শলাকার উপর দৃষ্ট হয়। এ কারণ অতি সামান্য তড়িৎ-প্রবাহ-যুক্ত পদার্থও এই যন্ত্রের সহিত সংযুক্ত হইলে চাকৃতির উপর শলাকাটী ঘুরিয়া তড়িতের অস্তিত্ব ও পরিমাণ নিরূপণ করে। এইরূপ বিপরীতমুখে রক্ষিত দুইটী চুম্বক-শলাকাকে ইংরাজীতে Astatic System of Needles কহে। এই যন্ত্র একটী কাচের আবরণ মধ্যে রক্ষিত হয়। কাঠিমের রেশমজড়িত তারের দুই মুখ কাচের আবরণের বাহিরে দুইটী স্ক্রুতে (ঘ ও চ) সংযুক্ত থাকে। কোন পদার্থে রাসায়নিক-ক্রিয়া-জনিত তড়িৎ-প্রবাহের অস্তিত্ব নিরূপণ করিতে হইলে উহাকে তার দ্বারা ঐ দুইটী স্ক্রুর সহিত যোগ করিয়া দিতে হয়।

নিম্নলিখিত পরীক্ষা দ্বারা তড়িৎ-মান যন্ত্রের ক্রিয়া সুন্দররূপে প্রদর্শিত হইয়া থাকে।

৩৬শ পরীক্ষা।—তড়িৎ-মান যন্ত্রের দুইটী স্ক্রুর সহিত দুইটী তারের এক এক প্রান্ত যোগ কর। পরে একটী তারের অপর প্রান্তে একখানি দস্তা-ফলক সংলগ্ন করিয়া একটী কাচ-পাত্রস্থিত জল-মিশ্রিত সল্‌ফিউরিক এসিডে নিমজ্জিত কর। এক্ষণে অপর তারের প্রান্তভাগ উক্ত দ্রাবক মধ্যে নিমজ্জিত করিলেই যন্ত্রস্থিত শলাকা দিক্‌ পরিবর্ত্তন করিয়া দ্রাবক মধ্যে তড়িৎ-প্রবাহের অস্তিত্ব প্রমাণ করিবে।

৫ম। তড়িৎ-প্রবাহের চুম্বক-ক্রিয়া (Electro-magnetism)—

অশ্ব-খুরাকৃতি একখণ্ড লৌহের দুই বাহু (৪৮শ চিত্র (ক) একটী রেশমাবৃত তাম্র-তার দ্বারা জড়াইয়া গ্রোভের তড়িৎ-কোষাবলীর দুই প্রান্তের সহিত ঐ

তারের দুই মুখ যোগ করিলে দেখা যায় যে, উক্ত লৌহ-খণ্ড চুম্বক-ধর্ম্ম প্রাপ্ত হইয়াছে অর্থাৎ উহার নিকটে লৌহ-নির্ম্মিত কোন পদার্থ লইয়া গেলে তাহা আকৃষ্ট হয়। এক্ষণে একখানি লৌহের পাতে (খ) কোন গুরুভার-দ্রব্য সংলগ্ন করিয়া উক্ত চুম্বকের তলদেশে লাগাইয়া দিলে উহা ঝুলিতে থাকে, খসিয়া পড়ে না: কিন্তু তড়িৎ-কোষাবলী হইতে লৌহখণ্ড বিযুক্ত হইলেই তৎক্ষণাৎ লৌহ পাত খানি (খ) খসিয়া পড়ে, অর্থাৎ উক্ত অশ্ব-খুরাকৃতি লৌহখণ্ডে (ক) আর চুম্বকের আকর্ষণ-শক্তি থাকে না।

৪৮শ চিত্র

লৌহখণ্ডের পরিবর্ত্তে ইস্পাত-নির্ম্মিত কোন দ্রব্য ঐরূপে ব্যবহৃত হইলে উহাও পূর্ব্ববৎ চুম্বকধর্ম্ম প্রাপ্ত হয় কিন্তু উহাকে ব্যাটারি হইতে বিযুক্ত করিলেও উহার চুম্বক-ধর্ম্ম নষ্ট হয় না, লৌহ-চূর্ণের নিকট নীত হইলে উহা লৌহ চূর্ণকে আকর্ষণ করে। ইস্পাত ভিন্ন অপর লৌহখণ্ডে যতক্ষণ তড়িৎ-প্রবাহ সংক্রামিত থাকে, ততক্ষণ উহা চুম্বকের ধর্ম্ম প্রকাশ করে, কিন্তু তড়িৎ-প্রবাহ হইতে বিচ্ছিন্ন হইলেই চুম্বক-ধর্ম্ম লৌহ হইতে অপসৃত হয়।

এইরূপে তড়িৎ-প্রবাহ দ্বারা চুম্বক-ধর্ম্ম-প্রাপ্ত লৌহখণ্ডকে তড়িৎ-চুম্বক (Electro-magnet) কহে। তড়িৎ-চুম্বক (৪৮শ চিত্র) দেখিতে অশ্ব-খুরাকৃতি এবং উহার দুই বাহু রেশমাবৃত একটী মাত্র তাম্র-তার দ্বারা জড়িত।

তাড়িত-বার্ত্তাবহ (Electric Telegraph)—তড়িৎ-প্রবাহ দ্বারা চুম্বক-শলাকার দিক্ পরিবর্ত্তন ভিত্তিস্বরূপ করিয়া তাড়িত-বার্ত্তাবহ যন্ত্র আবিষ্কৃত হইয়াছে।

পূর্ব্বেই প্রদর্শিত হইয়াছে যে, তড়িৎ-মান যন্ত্রের মধ্যে একটী চুম্বক-শলাকা থাকে এবং ঐ যন্ত্র তড়িৎ-কোষাবলীর সহিত সংযুক্ত হইলেই উক্ত শলাকা দিক্ পরিবর্ত্তন করে। তড়িৎ-মান যন্ত্র ও তড়িৎ-কোষাবলী এতদুভয়ের মধ্যে ব্যবধান যতই অধিক হউক না কেন, চুম্বক-শলাকার উপর তড়িৎ-প্রবাহের ক্রিয়ার কোন ব্যতিক্রম লক্ষিত হয় না। যদি আমরা একটী বৃহৎ গৃহের এক প্রান্তে একটী তড়িৎ-কোষাবলী ও অপর প্রান্তে সূচাগ্র লৌহ-দণ্ডের উপর

একটী চুম্বক-শলাকা রাখিয়া উহার সন্নিকটে তড়িৎ-কোষাবলী-সংলগ্ন তড়িৎ-প্রবাহ-যুক্ত তার স্থাপন করি, তাহা হইলে ঐ চুম্বক-শলাকা তৎক্ষণাৎ দিক্ পরিবর্ত্তন করিবে। এক্ষণে যদি তড়িৎ-কোষাবলী হইতে তার বিযুক্ত করিয়া দেওয়া যায়, তাহা হইলে শলাকাটী অপরদিকে ঘুরিয়া যাইবে। এইরূপে তারটীকে তড়িৎ-কোষাবলীর সহিত যতবার সংযুক্ত বা উহা হইতে বিযুক্ত করা যায়, ততবারই চুম্বক-শলাকার দিক্ পরিবর্ত্তন সংঘটিত হইয়া থাকে। এস্থলে গৃহ মধ্যে স্থাপিত তড়িৎ-কোষাবলী ও চুম্বক-শলাকার মধ্যে ব্যবধান অতি অল্প মাত্র; কিন্তু এই দুইয়ের মধ্যে ব্যবধান শত বা সহস্র মাইল বা ততোধিক হইলেও যদি তড়িৎ-প্রবাহ সমধিক তেজস্কর হয়, তাহা হইলে দূরস্থিত চুম্বক-শলাকার প্রতি তড়িৎ-প্রবাহের ক্রিয়ার কোনরূপ ব্যতিক্রম লক্ষিত হয় না। এইরূপে চুম্বক-শলাকার দিক্ পরিবর্ত্তন (Deflection) সাঙ্কেতিক চিহ্ন রূপে গৃহীত হইয়া সংবাদ-বহন-কার্য্য সাধিত হইতে পারে।

তাড়িত-বার্ত্তাবহ-যন্ত্র চালাইবার নিমিত্ত চুম্বক-শলাকার পরিবর্ত্তে একখানি তড়িৎ-চুম্বক ও একটী ক্ষুদ্র লৌহের হাতুড়ি ব্যবহৃত হয়। উক্ত তড়িৎ-চুম্বক তার দ্বারা তড়িৎ-কোষাবলীর সহিত সংযুক্ত হইলে লৌহের হাতুড়িটী আকৃষ্ট হইয়া চুম্বকের উপর আঘাত করে এবং বিযুক্ত হইলে হাতুড়িটী দূরে সরিয়া যায়। হাতুড়ির আঘাত সাঙ্কেতিক চিহ্নরূপে ব্যবহৃত হইয়া তাড়িত-বার্ত্তা-বহন-কার্য্য সংসাধিত হয়।

সম্প্রতি বিনা তারে তাড়িত-বার্ত্তা-বহনের কার্য্য সম্পাদিত হইবার প্রণালী আবিষ্কৃত হইয়াছে। ইংরাজীতে ইহাকে (Wireless Telegraphy) কহে। তড়িৎ-প্রবাহ শুদ্ধ বায়ু মধ্য দিয়া পরিচালিত হইয়া এই কার্য্য সম্পাদন করে। মার্কনি (Marconi) নামক ইটালীর একজন বৈজ্ঞানিক পণ্ডিত ইহা আবিষ্কার করিয়াছেন।

তড়িৎ-ঘণ্টা (Electric Bell)—দূরে অবস্থিত কোন লোককে আহ্বান করিবার জন্য এই ঘণ্টা ব্যবহৃত হয়। প্রত্যেক অফিসেই এখন এই ঘণ্টার ব্যবহার দেখিতে পাওয়া যায়। ইহার মধ্যে একখানি তড়িৎ-চুম্বক, একটী পিত্তলের বাটি ও একটি লৌহের হাতুড়ি থাকে। তড়িৎ-চুম্বকটী

তড়িৎ-কোষাবলীর সহিত সংযুক্ত হইবা মাত্র লৌহের হাতুড়িকে আকর্ষণ করে; এইরূপে আকৃষ্ট হইলে উহা বাটির উপর আঘাত করে এবং ঘণ্টা বাজিতে থাকে। যন্ত্রের সহিত বোতামের আকারের একটী পদার্থের সংযোগ থাকে, উহা টিপিয়া ধরিলেই ব্যাটারির সহিত ঘণ্টার যোগ হয় এবং তখনই ঘণ্টা বাজিতে থাকে। বোতামটী ছাড়িয়া দিলেই ব্যাটারির সহিত ঘণ্টার যোগ বিচ্ছিন্ন হয়, সুতরাং উহা আর বাজে না।

৫। প্রবর্ত্তিত তড়িৎ-প্রবাহ (Faradic or Induced Current)।

ইতিপূর্ব্বে প্রদর্শিত হইয়াছে যে, কোন তড়িৎ-যুক্ত পদার্থ অপর পরিচালক পদার্থের নিকটস্থ হইলে প্রবর্ত্তন-ক্রিয়া দ্বারা উহার মধ্যে তড়িৎ উৎপাদন করে। শুদ্ধ ঘর্ষণোৎপন্ন তড়িতের দ্বারাই যে এই কার্য্য হয়, তাহা নহে; রাসায়নিক ক্রিয়া বা অপর প্রক্রিয়া-জনিত তড়িৎ-প্রবাহ-যুক্ত পদার্থ একটী তারের কুণ্ডলের (Coil) নিকট অবস্থিতি করিলে উক্ত কুণ্ডল মধ্যে তড়িৎ-প্রবাহ উৎপাদন করে। অপরন্তু একখণ্ড চুম্বক যদি কোন (পরিচালক) কুণ্ডলের নিকট অবস্থিতি করে, তাহা হইলেও উক্ত কুণ্ডলের মধ্যে তড়িৎ-প্রবাহ উৎপন্ন হয়। কার্ড বোর্ড বা কাষ্ঠনির্ম্মিত কাঠিমে ৪০০ বা ৫০০ হাত অথবা ততোধিক লম্বা রেশমাবৃত সূক্ষ্ম তাম্র তার জড়াইয়া এক একটী কুণ্ডল (Coil) প্রস্তুত হয়। উহার সন্নিধানে একখানি চুম্বক রাখিলে কুণ্ডলের মধ্যে যে তড়িৎ-প্রবাহ উৎপন্ন হয়, তাহাকে প্রবর্ত্তিত তড়িৎ-প্রবাহ (Induced Current) কহে।

বিখ্যাত বৈজ্ঞানিক পণ্ডিত ফ্যারাডে (Faraday) প্রবর্ত্তিত তড়িৎ-প্রবাহের আবিষ্কার করেন। তাঁহার নামানুসারে এই তড়িৎ-প্রবাহ 'ফ্যারাডিক্ করেণ্ট' নামে প্রচলিত।

প্রবর্ত্তন-কুণ্ডল (Induction Coil)—প্রবর্ত্তিত তড়িৎ-প্রবাহ উৎপাদন করিবার নিমিত্ত দুইটী কুণ্ডল একত্রে ব্যবহৃত হয়। ইহাদিগের মধ্যে একটী মুখ্য কুণ্ডল (Primary Coil) ও অপরটী গৌণ কুণ্ডল (Secondary Coil) নামে অভিহিত (৪৯শ চিত্র)। প্রত্যেক কুণ্ডলটী রেশমাবৃত একটী তাম্র-তার-জড়িত কিন্তু একটী কুণ্ডলের সহিত অপরটীর কোন সংযোগ থাকে না। মুখ্য ও গৌণ কুণ্ডল উভয়টীরই তারের দুই মুখ খোলা থাকে। মুখ্য কুণ্ডলের তার

অপেক্ষাকৃত স্থূল ও দৈর্ঘ্যে ছোট এবং উক্ত কুণ্ডলটী আয়তনে এত ছোট যে, গৌণ কুণ্ডলের ছিদ্র মধ্যে উহাকে অনায়াসে সন্নিবেশিত করিতে পারা যায়। মুখ্য কুণ্ডলের ছিদ্র মধ্যে এক খণ্ড লৌহ (৪৯শ চিত্র, গ) বা এক গুচ্ছ লৌহ তার রক্ষিত হয়। মুখ্য কুণ্ডলের তারের দুই মুখ (খ খ) ব্যাটারির দুই প্রান্তের

৪৯শ চিত্র।

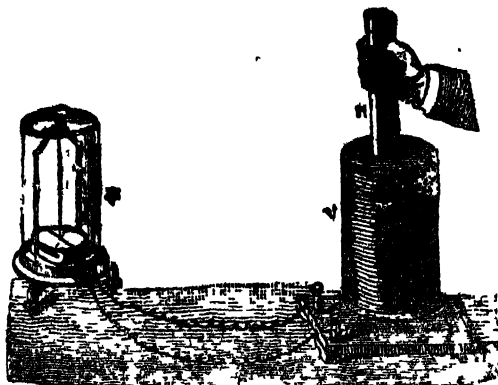
সহিত সংযুক্ত হইলে তন্মধ্যে তড়িৎ প্রবাহিত হয় এবং অভ্যন্তরস্থিত লৌহ খণ্ড চুম্বকের ধর্ম্মপ্রাপ্ত হয়। লৌহ খণ্ড চুম্বকে পরিণত হইয়া কুণ্ডলস্থিত তড়িৎ-প্রবাহের তেজের বৃদ্ধি সাধন করে। যদি আমরা এক্ষণে গৌণ কুণ্ডলের তারটী (৪৯শ চিত্র, ক ক) পরীক্ষা করি, তাহা হইলে দেখিব যে, উহার মধ্যেও তড়িৎ-প্রবাহ উৎপন্ন হইয়াছে। মুখ্য কুণ্ডল মধ্যে যে তড়িৎ-প্রবাহ উৎপন্ন হয়, তাহাকে আদি তড়িৎ-প্রবাহ (Primary Current) এবং গৌণ কুণ্ডল মধ্যে যে তড়িৎ-প্রবাহ উৎপন্ন হয়, তাহাকে প্রবর্ত্তিত বা গৌণ তড়িৎ-প্রবাহ (Secondary Current) কহে।

৩৭শ পরীক্ষা।—মুখ্য কুণ্ডলটী গৌণ কুণ্ডলের ছিদ্র মধ্যে প্রবেশ করাইয়া উহার দুই মুখ (৪৯শ চিত্র, খ খ) তড়িৎ-কোষাবলীর দুই প্রান্তের সহিত এবং গৌণ কুণ্ডলের দুই মুখ (ক ক) একটী তড়িৎ-মান যন্ত্রের সহিত সংযুক্ত কর। তড়িৎ-মান যন্ত্র মধ্যে অবস্থিত চুম্বক-শলাকা দিক্ পরিবর্ত্তন করিয়া গৌণ কুণ্ডল মধ্যে তড়িৎ-প্রবাহের অস্তিত্ব নির্দ্দেশ করিবে।

ইহার দ্বারা প্রমাণিত হয় যে, রাসায়নিক-ক্রিয়া-জনিত তড়িৎ-প্রবাহ-যুক্ত কুণ্ডলের নিকট অপর একটী কুণ্ডল সন্নিবেশিত করিলে শেষোক্ত কুণ্ডলে প্রবর্ত্তিত তড়িৎ-প্রবাহ উৎপন্ন হইয়া থাকে।

পূর্ব্বে প্রদর্শিত হইয়াছে তড়িৎ-প্রবাহ দ্বারা একখণ্ড লৌহকে চুম্বক-ধর্ম্মাক্রান্ত করিতে পারা যায়। আমরা এক্ষণে দেখাইব যে একখণ্ড চুম্বকের সাহায্যে আমরা ঠিক ইহার বিপরীত ক্রিয়া সম্পাদন করিতে পারি অর্থাৎ যদি আমরা একখণ্ড চুম্বক একটী কুণ্ডলের নিকটে স্থাপন করি, তাহা হইলে ঐ কুণ্ডলে তড়িৎ-প্রবাহ উৎপন্ন হইবে।

৩৮শ পরীক্ষা।—একটী কুণ্ডলের (৫০শ চিত্র, খ) দুই মুখ তড়িৎ-মান যন্ত্রের (ক)

সহিত যুক্ত করতঃ কুণ্ডলের মধ্যে একখানি চুম্বক (গ) প্রবেশ করাইয়া দিলে উহাতে তড়িৎ-প্রবাহ উৎপন্ন হইবে এবং তড়িৎ-মান যন্ত্রের শলাকা স্বল্পক্ষণের নিমিত্ত দক্ষিণ বা বাম দিকে ঘুরিয়া পুনরায় স্বস্থানে প্রত্যাবর্ত্তন করিবে। যতক্ষণ চুম্বকটী কুণ্ডলের মধ্যে থাকে, ততক্ষণ শলাকা পুনরায়

৫০ চিত্র

স্থান পরিবর্ত্তন করিবে না। এক্ষণে যদি আমরা চুম্বক খানি উহার অভ্যন্তর হইতে বাহির করিয়া লই, তাহা হইলে শলাকাটী বিপরীত দিকে গমন করিয়া পুনরায় স্বস্থানে প্রত্যাবর্ত্তন করিবে।

ইহা দ্বারা প্রমাণিত হয় যে, চুম্বক কুণ্ডলেব নিকটবর্ত্তী হইলে তন্মধ্যে এক দিক্‌বাহী একটী তড়িৎ প্রবাহ উৎপন্ন হয় কিন্তু চুম্বক কুণ্ডল হইতে অপসারিত হইলে তন্মধ্যে বিপরীত দিক্-বাহী আর একটী তড়িৎ-প্রবাহ তন্মধ্যে উৎপন্ন হইতে দেখা যায়। এইরূপে যদি আমরা চুম্বকটীকে যথাক্রমে উক্ত কুণ্ডলের নিকটে, ও দূরে লইয়া যাই, তাহা হইলে কুণ্ডল মধ্যে ক্রমান্বয়ে বিপরীত দিক্-বাহী দুইটী তড়িৎ-প্রবাহ উৎপাদন করিতে সমর্থ হই।

যদি চুম্বকখানি একস্থানে সংবদ্ধ থাকে এবং পূর্ব্বোক্ত কুণ্ডলটী যথাক্রমে উহার নিকট আনীত এবং দূরে অপসারিত হয়, তাহা হইলেও পূর্ব্বের ন্যায় একই ফল প্রাপ্ত হওয়া যায় অর্থাৎ কুণ্ডল মধ্যে একবার একদিক্-বাহী এবং পরক্ষণেই বিপরীত দিক্-বাহী তড়িৎ-প্রবাহ উৎপন্ন হয়। চুম্বকদ্বারা কুণ্ডলে যে তড়িৎ-প্রবাহ উৎপন্ন হয়, তাহাও প্রবর্ত্তিত তড়িৎ-প্রবাহ নামে অভিহিত।

তড়িৎ-প্রবাহ দ্বারা লৌহ-খণ্ডকে চুম্বক করিলে যে ক্রিয়া সাধিত হয়, তাহাকে তড়িৎ-চুম্বক ক্রিয়া (Electro-magnetism) কহে; অপরন্তু চুম্বক

দ্বারা কুণ্ডল মধ্যে তড়িৎ-প্রবাহ উৎপাদন-ক্রিয়াও উক্ত নামে অভিহিত হইয়া থাকে।

৬। চিকিৎসোপযোগী ব্যাটারি (Medical Battery)।

শরীর মধ্যে তড়িৎ-প্রবাহ পরিচালিত করিয়া স্নায়বীয় রোগবিশেষ নির্ণয়, আরোগ্য বা উপশমের নিমিত্ত এই যন্ত্র ব্যবহৃত হইয়া থাকে। সচরাচর দুই প্রকার তড়িৎ-প্রবাহ রোগ নির্ণয় ও চিকিৎসার নিমিত্ত প্রয়োগ করা হয়। ইহাদের একটীকে অবিরাম তড়িৎ-প্রবাহ (Continuous current) ও অপরটীকে সবিরাম তড়িৎ-প্রবাহ (Interrupted current) কহে। ঘর্ষণোৎপন্ন তাড়িৎও কখন কখন চিকিৎসার নিমিত্ত ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

(১) **সবিরাম তড়িৎ-প্রবাহ প্রয়োগ :—**

গ্রোভ্, বুন্‌সেন্, ড্যানিয়েল্ প্রভৃতির তড়িৎ-কোষাবলীর গঠন বর্ণনকালে আমরা উল্লেখ করিয়াছি যে ঐ সকল কোষাবলী হইতে যে তড়িৎ-প্রবাহ উৎপন্ন হয়, তাহাকে অবিরাম তড়িৎ-প্রবাহ কহে; কারণ ঐ সকল তড়িৎ-কোষাবলীতে তড়িৎ-প্রবাহ এক স্থান হইতে উৎপন্ন হইয়া প্রান্তসংলগ্ন তার বাহিয়া পুনরায় কোষাবলীর মধ্যে প্রত্যাবর্তন করে, কোন স্থানে রুদ্ধ বা বিচ্ছিন্ন হয় না। কিন্তু এক্ষণে যে ব্যাটারির বিষয় বর্ণিত হইবে, উহাতে একই তার বাহিয়া যথাক্রমে দুইটী বিপরীত-দিক্-বাহী তড়িৎ-প্রবাহ প্রবাহিত হয়, সুতরাং দিক্ পরিবর্তনের সময় তড়িৎ-প্রবাহ ক্ষণকালের জন্য স্থগিত হইয়া যায় বলিয়া এরূপ ব্যাটারি হইতে উৎপন্ন তড়িৎ-প্রবাহকে সবিরাম তড়িৎ-প্রবাহ কহে। এই ব্যাটারি নানা গঠনের হইয়া থাকে। তন্মধ্যে যেটী চিকিৎসার জন্য সচরাচর ব্যবহৃত হয়, তাহারই গঠন-প্রণালী নিম্নে বর্ণিত হইল। ইহাকে ম্যাগ্‌নেটো-ইলেক্‌ট্রিক্ মেসিন্ (Magneto-electric Machine) কহে।

ম্যাগ্‌নেটো-ইলেক্‌ট্রিক্ মেসিন্—এই যন্ত্র একটী কাষ্ঠ-নির্ম্মিত বাক্সের মধ্যে রক্ষিত হয়। বাক্সের এক পার্শ্বে একখানি অশ্ব-খুরাকৃতি চুম্বক দৃঢ়রূপে আবদ্ধ থাকে এবং দুইটী কুণ্ডল একটী মাত্র রেশম-জড়িত তার দ্বারা পরস্পর সংযুক্ত হইয়া উক্ত চুম্বকের সন্নিকটে রক্ষিত হয়। বাক্সের বাহিরে একটী হাতল সংলগ্ন থাকে, তদ্বারা আমরা উক্ত দুইটী কুণ্ডলকে চুম্বকের নিকটে

ঘুরাইতে সক্ষম হই। ঘুরিবার সময় যখন একটী কুণ্ডল চুম্বকের নিকটবর্ত্তী হয়, তখন উহাতে এক-দিক্-বাহী একটী তড়িৎ-প্রবাহ এবং যখন উহা চুম্বক হইতে দূরে গমন করে, তখন উহাতে বিপরীত-দিক্-বাহী আর একটী তড়িৎ-প্রবাহ উৎপন্ন হইয়া থাকে। দ্বিতীয় কুণ্ডলটী ঘুরিবার সময় ঠিক্ ঐরূপ ক্রিয়া প্রদর্শন করে। একটী কুণ্ডল ব্যবহার করিলে তড়িৎ-প্রবাহ ক্ষীণতেজ হয় বলিয়া দুইটী কুণ্ডল একত্রে সংযুক্ত হইয়া ব্যবহৃত হইয়া থাকে। ইতিপূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে যে যন্ত্রটী কাষ্ঠ-নির্ম্মিত বাক্সের মধ্যে রক্ষিত হয়। বাক্সের এক পার্শ্বে দুইটী ছিদ্র থাকে; কুণ্ডলদ্বয়ে যে তারটী জড়িত থাকে, তাহার দুই মুখ ঐ দুই ছিদ্রে সংলগ্ন থাকে। রেশম-জড়িত অপর দুইটী তাম্র-তারের এক মুখ উক্ত ছিদ্রদ্বয়ে প্রবিষ্ট এবং অপর মুখ কাষ্ঠের হাতলযুক্ত এক একটী পিত্তল-নির্ম্মিত চোঙ্গে সংলগ্ন থাকে। যন্ত্র ব্যবহারের সময়ে এই দুইটী চোঙ্গের মুখে লবণ-দ্রাবণে সিক্ত দুইখণ্ড স্পঞ্জ্ বা বস্ত্র স্থাপনকরতঃ ব্যাধিগ্রস্ত স্থানে বসাইয়া হাতল দ্বারা কুণ্ডল দুইটীকে ঘুরাইলে তন্মধ্যে যে তড়িৎ-প্রবাহ উৎপন্ন হয়, উহা তার ও চোঙ্গ বাহিয়া রোগীর শরীরে সংক্রামিত হইয়া পেশীসমূহের আকুঞ্চন উৎপাদন করে।

গ্যাল্ভানো-ফ্যারাডিক্ ব্যাটারি—সবিরাম তড়িৎ-প্রবাহ (Interrupted current) প্রয়োগ করিবার নিমিত্ত গ্যাল্ভানো-ফ্যারাডিক্ ব্যাটারি (Galvano-Faradic Battery) নামক আর এক প্রকার যন্ত্র ব্যবহৃত হইয়া থাকে। পূর্ব্বে যে মুখ্য ও গৌণ কুণ্ডলের বিষয় উল্লেখ করা গিয়াছে, উক্ত দুই প্রকার কুণ্ডলসংযুক্ত একটী প্রবর্ত্তন কুণ্ডল এই যন্ত্র নির্ম্মাণে ব্যবহৃত হয়। একটী বাক্সের মধ্যে এই প্রবর্ত্তন কুণ্ডলটী (Induction Coil) থাকে এবং বাইক্রোমেট্ অফ পটাসের দ্রাবণ পূর্ণ এক বা দুইটী ক্ষুদ্র তড়িৎ-কোষ মুখ্য কুণ্ডলের সহিত সংযুক্ত হইয়া বাক্সের মধ্যে রক্ষিত হয়। এইরূপে গৌণ কুণ্ডলের মধ্যে যে প্রবর্ত্তিত তড়িৎ-প্রবাহ উৎপন্ন হয়, তাহা রেশম-জড়িত তার দ্বারা শরীরে প্রয়োগ করা যায়। প্রয়োজনমত আমরা মুখ্য বা গৌণ কুণ্ডল হইতে রোগীর শরীরে তড়িৎ-প্রবাহ সঞ্চালিত করিতে পারি। আদি (Primary) বা প্রবর্ত্তিত (Secondary) তড়িৎ-প্রবাহের মধ্যে যেটী প্রয়োগ করিবার আবশ্যক হয়, বাক্সের উপরিভাগে অবস্থিত একটী ক্ষুদ্র কাঁটা উহার উভয় পার্শ্বে

অঙ্কিত P (Primary) বা S (Secondary) অক্ষরে সংলগ্ন করিলে উক্ত কার্য্য সম্পন্ন হইয়া থাকে।

গ্যাল্‌ভানো-ফ্যারাডিক্ ব্যাটারির মধ্যে জেরোম্ কিডার্ বা ডুবয় রেমণ্ড্ নির্ম্মিত ব্যাটারিই উৎকৃষ্ট। স্পামারের ব্যাটারিও অনেক সময়ে ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

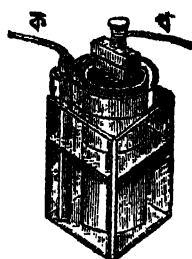
প্রধানতঃ পক্ষাঘাত রোগের চিকিৎসার নিমিত্ত তড়িৎ-প্রবাহ ব্যবহৃত হইয়া থাকে। কোন্ কোন্ রোগে কোন্ প্রকার তড়িৎ-প্রবাহ প্রয়োগে বিশেষ ফল দর্শে, এস্থলে সে বিষয়ের আলোচনা আমাদের উদ্দেশ্য নহে। ছাত্রগণ ঔষধ-প্রয়োগ-শিক্ষা-কালে এ বিষয়ের সম্যক্‌রূপ জ্ঞান লাভ করিতে পারিবে।

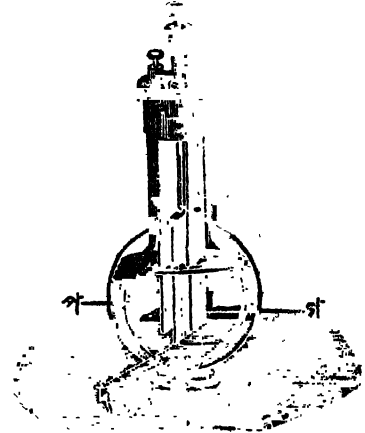
(২) **অবিরাম তড়িৎ-প্রবাহ প্রয়োগ ঃ—**

গ্রোভ, ড্যানিয়েল্, বুন্‌সেন্ প্রভৃতি নামধেয় যে কোন প্রকার গ্যাল্‌ভানিক্ ব্যাটারি অবিরাম তড়িৎ-প্রবাহ (Continuous current) উৎপাদনের নিমিত্ত ব্যবহৃত হইতে পারে। কিন্তু চিকিৎসার জন্য যে সকল ব্যাটারি ব্যবহৃত হইয়া থাকে, তাহাদিগকে সময়ে সময়ে এক স্থান হইতে অন্য স্থানে বহন করিয়া লইয়া যাইবার আবশ্যক হয়, সুতরাং ঐ সকল ব্যাটারি যাহাতে অপেক্ষাকৃত আয়তনে ছোট এবং লঘুভার-যুক্ত হয় এবং যাহাতে কোষের অভ্যন্তরস্থ দ্রাবণ চল্‌কিয়া পড়িবার সম্ভাবনা না থাকে, তদ্বিষয়ে বিশেষ লক্ষ্য রাখা কর্ত্তব্য। বিশেষতঃ চিকিৎসার জন্য অধিক তেজস্কর তড়িৎ-প্রবাহের আবশ্যক হয় না। গ্রোভ্, বুন্‌সেন্ প্রভৃতির তড়িৎ-কোষাবলীতে অত্যন্ত উগ্র দ্রাবণ ব্যবহৃত হয়, এজন্য তন্মধ্যে এত তেজস্কর তড়িৎ-প্রবাহ উৎপন্ন হয় যে তাহা চিকিৎসার পক্ষে উপযোগী নহে। চিকিৎসোপযোগী ক্ষীণতেজ তড়িৎ-প্রবাহ উৎপাদন করিবার নিমিত্ত অতিশয় ক্ষীণ দ্রাবণ ব্যবহৃত হইয়া থাকে; একারণ গ্রোভ্ প্রভৃতির তড়িৎ-কোষাবলী চিকিৎসা-কার্য্যের নিমিত্ত ব্যবহৃত হয় না।

গেফের ব্যাটারি—চিকিৎসার নিমিত্ত গেফের ক্লোরাইড্ অফ্ সিল্‌ভার্ ব্যাটারি (Gaiffe's Chloride of Silver Battery) সর্ব্বাপেক্ষা উপযোগী। এই ব্যাটারির কোষগুলি আয়তনে ক্ষুদ্র এবং প্রত্যেকটীর মধ্যে

একখণ্ড দস্তা এবং একটী রৌপ্য তার একত্রে অবস্থিতি করে; এই রৌপ্য তারটী ক্লোরাইড্ অফ্ সিল্‌ভার্ নামক লবণের দ্বারা মণ্ডিত। দস্তা ও রৌপ্য তারের সহিত কোষের মধ্যে কয়েকখণ্ড ব্লটিং কাগজ ক্লোরাইড্ অফ্ জিঙ্কের (Chloride of Zinc) দ্রাবণে সিক্ত করিয়া রক্ষিত হয়; তাহাতেই রাসায়নিক ক্রিয়া উপস্থিত হইয়া ব্যাটারির মধ্যে তড়িৎ-প্রবাহ উৎপন্ন হইয়া থাকে। গেফের ব্যাটারি চিকিৎসার পক্ষে সম্পূর্ণ উপযোগী হইলেও উহা এত বহুমূল্য সে সাধারণে তাহা ব্যবহার করিতে পারে না; বিশেষতঃ ইহা অল্পদিনে নষ্ট হইয়া যায় এবং এদেশে সহজে ইহাকে মেরামত করিতে পারা যায় না।

লেক্‌ল্যান্সের ব্যাটারি—সাধারণ ব্যবহারের জন্য লেক্‌ল্যান্সের (Leclanche) ব্যাটারি অপর সকলগুলি অপেক্ষা বিশেষ উপযোগী। পার্শ্বে বৃহদাকারের লেক্‌ল্যান্সের একটী তড়িৎ-কোষের চিত্র প্রদর্শিত হইল; চিকিৎসোপযোগী ব্যাটারির মধ্যে যে কোষ থাকে, তাহা এতদপেক্ষা ক্ষুদ্রাকারের। এই ব্যাটারিতে সল্‌ফিউরিক্ এসিডের পরিবর্ত্তে নিশাদলের (Chloride of Ammonium) দ্রাবণ ব্যবহৃত হয়। একটী কাচের চতুষ্কোণ-বিশিষ্ট পাত্র মধ্যে ক্লোরাইড্ অফ্ এমোনিয়মের দ্রাবণ রক্ষিত হয়; দ্রাবণ মধ্যে একখণ্ড দস্তা (৫১ চিত্র, ক) ও একটী সছিদ্র মৃন্ময় পাত্র মধ্যে অবস্থিত থাকে। এই মৃন্ময় পাত্র মধ্যে একখণ্ড গ্যাস্ কার্ব্বণ (খ) রক্ষিত হয় এবং অবশিষ্ট স্থান ম্যাঙ্গানীজ্ ডাই-অক্সাইড্ (Manganese di-oxide) নামক কৃষ্ণবর্ণ পদার্থ ও কোক্ কয়লার গুঁড়াদ্বারা পরিপূর্ণ থাকে। উক্ত চোপল-কাচ পাত্রের মুখটী পিচ্ বা অন্য কোন পদার্থের দ্বারা একেবারে আবদ্ধ থাকে। সুতরাং এক স্থান অন্য স্থানে লইয়া যাইবার সময় অভ্যন্তরস্থ দ্রাবণ চল্‌কিয়া পড়িবার সম্ভাবনা থাকে না। ব্যাটারিস্থিত এমোনিয়ম্ ক্লোরাইডের দ্রাবণ সর্ব্বদা পরিবর্ত্তন করিবার আবশ্যক হয় না। এই ব্যাটারি একটী বাক্সের মধ্যে রক্ষিত হয়।

৫১ চিত্র।

বাইক্রোমেট্ ও পার্‌সল্‌ফেট্ ব্যাটারি—চিকিৎসকের সঙ্গে লইবার জন্য লেক্ল্যান্স্ ব্যতীত বাইক্রোমেট্ অফ্ পটাস্ (Bichromate of potash) বা পার্‌সল্‌ফেট্ অফ্ মার্কারি (Persulphate of mercury) ব্যাটারিও ব্যবহৃত হইয়া থাকে; ইহাদিগকে সাধারণতঃ প্লঞ্জ্ ব্যাটারি (Plunge Battery) কহে। ইহাদিগের কোষগুলি ক্ষুদ্রাকারের। প্রত্যেক কোষটীর মধ্যে একখণ্ড দস্তা ও একখণ্ড গ্যাস-কার্ব্বণ্ একত্রে রক্ষিত হয়। রাসায়নিক-ক্রিয়ার উত্তেজনার নিমিত্ত প্রথমোক্ত ব্যাটারির কোষ বাইক্রোমেট্ অফ্ পটাসের দ্রাবণ ও দ্বিতীয়টীর কোষ পার্‌সল্‌ফেট্ অফ্ মার্কারির দ্রাবণ দ্বারা পূর্ণ করা হয়। পার্শ্বে বৃহদাকারের বাইক্রোমেট্ অফ্ পটাস্ ব্যাটারির একটী তড়িৎ-কোষের চিত্র প্রদর্শিত হইল। ইহাতে সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ মিশ্রিত বাইক্রোমেট্ অফ্ পটাসের দ্রাবণ থাকে এবং তন্মধ্যে একখানি দস্তা-ফলক (৫২ চিত্র, দ) ও দুইখানি গ্যাস্-কার্ব্বণ্ (প, গ) একত্রে রক্ষিত হয়, দস্তা-ফলককে আমরা ইচ্ছামত দ্রাবণ মধ্যে নিমজ্জিত বা দ্রাবণ হইতে তুলিয়া রাখিতে পারি।

৫২ চিত্র।

বহন-সৌকর্য্যার্থে সময়ে সময়ে পার্‌সল্‌ফেট্ ব্যাটারির কোষমধ্যে দ্রাবণের পরিবর্ত্তে কিঞ্চিৎ পার্‌সল্‌ফেট্ অফ্ মার্কারি রক্ষিত হয় এবং কোষের অবশিষ্টাংশ জল-মিশ্রিত সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ দ্বারা সিক্ত করাতের গুঁড়া দ্বারা পরিপূর্ণ থাকে। উক্ত লবণ অল্পে অল্পে সল্‌ফিউরিক্ এসিডে দ্রব হইয়া দস্তা-খণ্ডের উপর রাসায়নিক ক্রিয়া প্রকাশ করে।

এই উভয়বিধ ব্যাটারির কোষগুলি ক্ষুদ্রাকারের, সুতরাং অনেকগুলি কোষ একত্রে সজ্জিত থাকিলেও অধিক স্থান অধিকার করে না এবং অধিক ভারী হয় না। একটী মাঝারি কাঠের বাক্সের মধ্যে কোষগুলি অনায়াসে রক্ষিত হয় এবং সহজেই এক স্থান হইতে অন্য স্থানে নীত হইতে পারে।

চিকিৎসোপযোগী ব্যাটারির মধ্যে অপর কয়েকটী যন্ত্র সন্নিবেশিত থাকে। রোগবিশেষে অল্প বা অধিক তেজস্কর তড়িৎ-প্রবাহ প্রয়োগের আবশ্যক হইলে এই সকল যন্ত্র দ্বারা ইচ্ছামত তড়িৎ-প্রবাহের পরিমাণ এবং তেজের হ্রাস বৃদ্ধি সাধন করিতে পারা যায়।

যে কয়েকটি যন্ত্রের সমবায়ে উপরোক্ত কার্য্য সুচারুরূপে সম্পাদিত হইয়া থাকে, তাহাদিগের প্রত্যেকটীর নাম, গঠন ও কার্য্য-প্রণালী নিম্নে বর্ণিত হইল।

১ম। **করেণ্ট্ কলেক্টর্** (Current Collector)—তড়িতের পরিমাণের হ্রাস বা বৃদ্ধি সাধনের নিমিত্ত এই যন্ত্র ব্যাটারির বাক্সের মধ্যে সন্নিবেশিত থাকে। ব্যাটারির যতগুলি কোষ থাকে, ততগুলি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র পিত্তলের বোতাম বাক্সের ডালার উপর দৃঢ়ভাবে আবদ্ধ থাকে। এই বোতামগুলির উপর ১, ২ প্রভৃতি সংখ্যা অঙ্কিত থাকে এবং ইহাদিগের প্রত্যেকটী অভ্যন্তরস্থ সম-সংখ্যক তড়িৎ-কোষের সহিত তার দ্বারা যুক্ত। এই বোতামগুলির সন্নিকটে একটী পিত্তলের কাঁটা থাকে। ইহাকে ইচ্ছামত সরাইতে পারা যায়। কাঁটাটী সরাইয়া যে সংখ্যক বোতামে সংলগ্ন করা যায়, ততগুলি তড়িৎ-কোষ হইতেই কেবল মাত্র তড়িৎ-প্রবাহ উৎপন্ন হয়, অপর কোষগুলির কার্য্য তৎকালে স্থগিত থাকে। এইরূপে যে কয়েকটী কোষ হইতে তড়িৎ-প্রবাহ প্রয়োগ করিবার প্রয়োজন হয়, আমরা সহজে উপরোক্ত উপায়ে তাহা সম্পন্ন করিতে পারি।

২য়। **রিয়স্ট্যাট্** (Rheostat)—উপরোক্ত করেণ্ট্ কলেক্টর্ নামক যন্ত্র সাহায্যে তড়িৎ-প্রবাহের তেজ মোটামুটি বৃদ্ধি বা হ্রাস করিতে পারা যায়, কিন্তু অধিকতর সূক্ষ্মরূপে ঐ কার্য্য সম্পাদন করিতে হইলে রিয়স্ট্যাট্ নামক যন্ত্র ব্যবহৃত হয়। পূর্ব্বে তুঁতিয়া বা অপর কোন লবণের দ্রাবণপূর্ণ একটী কাচ নল রিয়স্ট্যাট্ রূপে ব্যবহৃত হইত; এক্ষণে কাষ্ঠ বা কাচকড়ার আধারে রক্ষিত কৃষ্ণ-সীসের (Graphite) একটী সূক্ষ্ম দণ্ড এই কার্য্যের জন্য ব্যবহৃত হয়। তড়িৎ-প্রবাহ এই যন্ত্রের মধ্য দিয়া পরিচালিত হইলে প্রতিবন্ধকতা প্রাপ্ত হয়, সুতরাং উহার তেজের হ্রাস হয়। রিয়স্ট্যাট্ ব্যবহার করিলে তড়িৎ-প্রবাহ-জনিত কম্পন (Shock)

শরীরের মধ্যে অনুভূত হয় না। কৃষ্ণ-সীস-নির্ম্মিত রিয়স্ট্যাটের পরিবর্ত্তে কথন কথন ধাতু-নির্ম্মিত রিয়স্ট্যাট্ ব্যবহৃত হইয়া থাকে; ইহাকে মেটাল্ রিয়স্ট্যাট্ (Metal rheostat) কহে।

তড়িৎ-প্রবাহ প্রয়োগ করিবার সময়ে তড়িৎ-কোষাবলীর এক প্রান্ত-সংলগ্ন তার রিয়স্ট্যাটের এক মুখের সহিত যোগ করিয়া দিতে হয় এবং রিয়স্ট্যাটের অপর মুখে রেশমাবৃত অন্য একটী তার সংলগ্ন থাকে। ইহা এবং ব্যাটারির অপর প্রান্ত-সংলগ্ন তার—উভয়কেই রিয়ফোর্ (Rheophore) কহে। এই দুইটী তারের মুখে দুইখানি ইলেক্‌ট্রোড্ (Electrode) সংলগ্ন থাকে। ফ্ল্যানেল্ বা অপর কোন বস্ত্র অথবা চর্ম্মখণ্ডাবৃত দুইখানি সীস বা টিনের পাত সচরাচর ইলেক্‌ট্রোড্‌রূপে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। ব্যবহার কালে এই দুইখানি ইলেক্‌ট্রোড্ লবণের দ্রাবণে সিক্ত করিয়া রোগীর শরীরে সংলগ্ন করা হয়। কৃষ্ণ-সীসের দণ্ডটীর দৈর্ঘ্যের তারতম্যানুসারে তড়িৎ-প্রবাহের প্রতিবন্ধকতার ন্যূনাধিক্য সাধিত হইয়া থাকে, এজন্য রিয়স্ট্যাট্ যন্ত্রটী এরূপ কৌশলে নির্ম্মিত যে আমরা ইচ্ছামত দণ্ডটীর দৈর্ঘ্য বাড়াইতে বা কমাইতে পারি। করেণ্ট্ কলেক্টরের ন্যায় রিয়স্ট্যাট্ যন্ত্রের উপরিভাগেও কতকগুলি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র পিত্তলের বোতাম গোলাকারে সজ্জিত থাকে এবং তন্মধ্যস্থলে একটী পিত্তলের কাঁটা আবদ্ধ থাকে; তড়িৎ-প্রবাহের তেজের ভিন্ন ভিন্ন মাত্রা এই সকল বোতামের পার্শ্বে অঙ্কিত থাকে। পিত্তলের কাঁটাটী সরাইয়া যে বোতামে সংলগ্ন করা যায়, তন্নির্দ্দিষ্ট তেজস্কর তড়িৎ-প্রবাহ রিয়স্ট্যাটের মধ্য দিয়া প্রবাহিত হইতে থাকে। এইরূপে আমরা ব্যাটারি হইতে নির্গত তড়িৎ-প্রবাহকে এই যন্ত্রের মধ্য দিয়া প্রবাহিত করিয়া যে পরিমাণে তেজস্কর হওয়া আবশ্যক, সেই পরিমাণে উহাকে শরীর মধ্যে প্রবেশ করাইতে সক্ষম হই।

৩য়। **কমিউটেটর** (Commutator)—উপরোক্ত দুইটী যন্ত্র ব্যতীত এই যন্ত্রটীও চিকিৎসোপযোগী ব্যাটারির সহিত সংযুক্ত থাকে। পূর্ব্বে যে কমিউটেটর্ ব্যবহৃত হইত, তাহার গঠন ছোট পিপার ন্যায় এবং তাহার পার্শ্বদেশে একটী লম্বা হাতল সংলগ্ন থাকিত। অধুনা ক্ষুদ্র হাতলবিশিষ্ট দুইটী পিত্তলের স্প্রিং একত্রে যুক্ত থাকিয়া কমিউটেটরের কার্য্য সম্পাদন করে। হাতল দ্বারা পিপা বা স্প্রিং দুইটীকে এক পার্শ্ব হইতে অন্য পার্শ্বে সরাইতে পারা

যায়। যন্ত্রটী ব্যাটারির সহিত এরূপ কৌশলে সংযুক্ত থাকে যে উহাকে সরাইলে ব্যাটারি হইতে তড়িৎ-প্রবাহ দিক্ পরিবর্ত্তন করে অর্থাৎ যে দিক্ দিয়া তড়িৎ ইতিপূর্ব্বে প্রবাহিত হইতেছিল, হাতল সরাইয়া দিলে তড়িৎ তাহার বিপরীত দিকে প্রবাহিত হইতে থাকে। কখন কখন তড়িৎ-প্রবাহের এইরূপ আকস্মিক দিক্-পরিবর্ত্তন সংঘটন দ্বারা বিশেষ বিশেষ রোগ পরীক্ষা ও চিকিৎসা করিবার আবশ্যক হয়। এরূপ স্থলে কমিউটেটর্ যন্ত্রটী চিকিৎসোপযোগী ব্যাটারির সহিত সংলগ্ন থাকিয়া উক্ত কার্য্যের সবিশেষ সহায়তা করে।

৪র্থ। **গ্যাল্ভানোমিটর্**—উপরোক্ত কয়েকটী যন্ত্র ব্যতীত বিভিন্ন গঠনের একটী ক্ষুদ্র তড়িৎ-মান যন্ত্র (Galvanometer) চিকিৎসোপযোগী ব্যাটারির সহিত সংযুক্ত থাকে; ইহা দ্বারা ব্যাটারি হইতে শরীর মধ্যে যে তড়িৎ-প্রবাহ প্রবাহিত হয়, তাহার তেজের মাত্রা সূক্ষ্মরূপে নির্ণীত হইয়া থাকে।

রসায়ন-বিজ্ঞান।

——:০:——

ইন্‌র্গ্যানিক্ কেমিষ্ট্রি।

প্রথম পরিচ্ছেদ।

মূল ও যৌগিক পদার্থ (Elements and Compounds)।

যে শাস্ত্র দ্বারা পদার্থের উপাদান, ধর্ম্ম ও উপাদানগত পরিবর্ত্তন নির্ণীত হয় এবং উহাদিগের পরস্পরের মধ্যে যে সাদৃশ্য বা পার্থক্য আছে তাহা নিরূপণ করিতে পাবা যায়, তাহাকে রসায়ন-বিজ্ঞান কহে।

রসায়ন-বিজ্ঞান সাধারণতঃ দুইভাগে বিভক্ত। যে অংশে মূল পদার্থ-সমূহ ও তাহাদিগের মিলন-ঘটিত সাধারণ যৌগিক সমূহের বিবরণ আলোচিত হয়, তাহা ইনর্গ্যানিক্ কেমিষ্ট্রি নামে পরিচিত। জীব ও উদ্ভিদ্ জগতে উৎপন্ন পদার্থ-সমূহ যে অংশে আলোচিত হয়, তাহাব নাম অর্গ্যানিক্ কেমিষ্ট্রি।

ভৌতিক পরিবর্ত্তন (Physical change)—আমরা চতুর্দ্দিকে যে সকল পদার্থ দেখিতে পাই, তাহাদিগের অধিকাংশের মধ্যে প্রতিনিয়ত কোন না কোনরূপ পরিবর্ত্তন সংসাধিত হইতেছে। লৌহ স্পর্শ করিলে শীতলতা অনুভূত হয় কিন্তু উহা কিয়ৎক্ষণ অগ্নিসন্নিধানে থাকিলে অথবা সূর্য্যকিরণসম্পাতে শীঘ্রই উত্তপ্ত হইয়া উঠে। এতদ্বারা স্পষ্ট বুঝিতে পারা যায় যে তৎকালে লৌহমধ্যে কোন এক প্রকার পরিবর্ত্তন সংঘটিত হইয়াছে। কিন্তু পরীক্ষা করিলে জানা যায় যে শীতল লৌহখণ্ড উত্তপ্ত হইলে তাহার মধ্যে উপাদানগত কোন পরিবর্ত্তন সংঘটিত হয় না; যে লৌহ সেই লৌহই থাকে, কেবল উহাকে স্পর্শ করিলে উত্তাপ অনুভূত

হয় মাত্র। এইরূপ পরিবর্ত্তনকে ভৌতিক পরিবর্ত্তন (Physical change) কহে। ভৌতিক পরিবর্ত্তনে পদার্থের উপাদানগত পরিবর্ত্তন ঘটে না।

জল সাতিশয় উত্তপ্ত হইলে বাষ্প এবং সমধিক শীতল হইলে বরফে পরিণত হয়। জল, জলবাষ্প ও বরফ দৃশ্যতঃ এক পদার্থ না হইলেও উহাদের মধ্যে উপাদানগত কোন পার্থক্য নাই। অক্সিজেন্ (Oxygen) ও হাইড্রোজেন্ (Hydrogen) নামক দুইটী বায়বীয় (Gaseous) মূল পদার্থের রাসায়নিক সম্মিলনে জলের উৎপত্তি। জলের মধ্যে যে পরিমাণে এই দুই গ্যাস অবস্থিতি করে, বরফ বা জল-বাষ্পের মধ্যেও সেই পরিমাণে থাকে। সুতরাং উহাদিগের মধ্যে উপাদানগত কোন পার্থক্য দৃষ্ট হয় না। এজন্য জল, বাষ্প বা বরফে পরিণত হইলে তন্মধ্যে যে পরিবর্ত্তন সংসাধিত হয়, তাহা ভৌতিক পরিবর্ত্তন মাত্র।

রাসায়নিক পরিবর্ত্তন (Chemical change)—যদি একটী উজ্জ্বল লৌহনির্ম্মিত সামগ্রী কিছুদিন আর্দ্র স্থানে রক্ষিত হয়, তাহা হইলে উহার উজ্জ্বলতা নষ্ট হইয়া তদুপরি পাটলবর্ণের এক প্রকার অভিনব পদার্থ সংলগ্ন থাকিতে দেখা যায়। এই পদার্থকে সাধারণ ভাষায় মড়িচা (Rust) কহে। এই অভিনব পদার্থকে পরীক্ষা করিলে দেখা যায় যে উহা বিশুদ্ধ লৌহ নহে ; লৌহের যাহা ধর্ম্ম, তাহা উহার মধ্যে লক্ষিত হয় না। বায়ুস্থিত অক্সিজেন্ গ্যাসের সহিত লৌহের রাসায়নিক সংযোগ উপস্থিত হইয়া এই পদার্থ উৎপন্ন হয় এবং ইহা লৌহ হইতে সম্পূর্ণ পৃথক্ পদার্থ। এস্থলে দেখা যাইতেছে যে আর্দ্রস্থানে রক্ষিত লৌহের এক প্রকার পরিবর্ত্তন সংঘটিত হইয়াছে কিন্তু পূর্ব্বোক্ত পরিবর্ত্তনের সহিত ইহার প্রভেদ এই যে ইহাতে লৌহের আকৃতি ও প্রকৃতি সম্পূর্ণ ভিন্ন হইয়া গিয়াছে।

এইরূপ পরিবর্ত্তনকে রাসায়নিক পরিবর্ত্তন (Chemical change) কহে। রাসায়নিক পরিবর্ত্তন সংঘটিত হইলে পদার্থের উপাদানগত পার্থক্য লক্ষিত হয়।

রাসায়নিক পরিবর্ত্তন ঘটিবার অনুকূল অবস্থা—পশ্চাল্লিখিত কয়েকটী অনুকূল অবস্থায় পদার্থের মধ্যে রাসায়নিক পরিবর্ত্তন সংঘটিত হইয়া থাকে, যথা—

১ম। তাপ সংযোগে পদার্থের রাসায়নিক পরিবর্ত্তন সংসাধিত হয়—

৩৯ পরীক্ষা।—একটী পরীক্ষা-নলে (Test tube) লোহিত পারদ অক্সাইড্ (Red Oxide of Mercury) রাখিয়া উত্তাপ প্রয়োগ কর। এই পদার্থটী দেখিতে লোহিত বর্ণ; উত্তাপ-সংযোগে ইহা পারদ ও অক্সিজেন্ গ্যাসে বিশ্লিষ্ট হইয়া যায়। পারদ উদ্বেয় (Volatile) অর্থাৎ উত্তাপ সংযোগে উড়িয়া যায়, এজন্য উহা পরীক্ষা-নলের উপরিস্থিত শীতলাংশে জমিয়া ধূসর বর্ণের রেখা পাত করে। অণুবীক্ষণ যন্ত্র (Microscope) সাহায্যে এই স্থানে পারদের ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র বর্ত্তুল (Globules) দৃষ্টিগোচর হয়। উত্তাপ প্রয়োগের সময় একটী জ্বলন্ত দীপ-শলাকা পরীক্ষা-নলের মধ্যে প্রবেশ করাইলে উহা উজ্জ্বলতর হইয়া জ্বলিতে থাকে এবং যদি দীপশলাকাটী নির্ব্বাপিত করিয়া অগ্নিমুখ থাকিতে থাকিতে উক্ত পরীক্ষা-নলের মধ্যে পুনঃপ্রবেশ করান যায়, তাহ ... ল উহা পুনরায় জ্বলিয়া উঠিবে। পরীক্ষা-নলের মুখে একটী ছিদ্রযুক্ত ছিপি লাগাইয়া একটী দ্বি-বক্র কাচনলের একমুখ তন্মধ্যে প্রবেশ করাও এবং অপর মুখ জলপূর্ণ পাত্রে স্থাপিত একটী জলপূর্ণ নিম্নমুখ পরীক্ষা-নলের মধ্যে স্থাপন কর। অক্সিজেন্ গ্যাস্ জলকে স্থানচ্যুত করিয়া বুদ্বুদাকারে নল মধ্যে সঞ্চিত হইবে। পরীক্ষা-নলটী জল হইতে সরাইয়া উর্দ্ধমুখে স্থাপন করতঃ একটী অগ্নিমুখ দীপ-শলাকা তন্মধ্যে প্রবেশ করাইলে উহা জ্বলিয়া উঠিবে।

উত্তাপ-সংযোগে লোহিত পারদ অক্সাইড্ হইতে অক্সিজেন্ গ্যাস্ নির্গত হয়; এই গ্যাসের সংস্পর্শেই আলোকটী সতেজে জ্বলিতে থাকে এবং নির্ব্বাপিত অগ্নিমুখ দীপ-শলাকা পুনঃ প্রজ্জ্বলিত হইয়া উঠে।

এস্থলে দেখা যাইতেছে যে তাপ-সংযোগে লোহিত পারদ অক্সাইডে রাসায়নিক পরিবর্ত্তন সংঘটিত হইয়া পারদ ও অক্সিজেন্ নামক দুইটী ভিন্ন ধর্ম্মাক্রান্ত মূল পদার্থ উৎপন্ন হইয়াছে।

২য়। দুইটী বস্তু পরস্পর স্পর্শ (Contact) করিলে অনেক সময়ে উভয়ের মধ্যে রাসায়নিক ক্রিয়া উপস্থিত হয়—

৪০শ পরীক্ষা—একখানি পোর্সিলেন্ পাত্রের উপর ক্ষুদ্র একখণ্ড ফস্ফরাস্ (Phosphorus) ও আইওডিনের (Iodine) একটী দানা (Crystal) রাখিয়া কাচদণ্ড (Glass rod) সাহায্যে একত্রিত কর। এই দুই পদার্থ পরস্পর স্পৃষ্ট হইলে উভয়ের মধ্যে রাসায়নিক সম্মিলন সংঘটিত হইয়া তাপ ও আলোক উৎপন্ন হয়।

৩য়। দুইটী পদার্থকে দ্রব অবস্থায় (In solution) একত্রিত করিলে তাহাদিগের মধ্যে অতি সহজে রাসায়নিক ক্রিয়া সংসাধিত হয়—

৪১শ পরীক্ষা। হীরাকশ্ (Sulphate of iron) ও ফেরোসায়ানাইড্ অফ্ পোটা-

সিয়ম্ (Ferro-cyanide of Potassium) নামক দুইটী পদার্থের গুঁড়া শুষ্কাবস্থায় একত্রে মিশ্রিত করিলে উভয়ের মধ্যে কোন রূপ পরিবর্ত্তন দৃষ্ট হয় না; কিন্তু এই মিশ্র পদার্থের উপর জল ঢালিয়া দিলে উভয়ের মধ্যে রাসায়নিক ক্রিয়া উপস্থিত হইয়া নীলবর্ণের একটী পদার্থ প্রস্তুত হয়।

যদি আমরা সল্‌ফেট্ অব্ আয়রণের দ্রাবণে ফেরোসায়নাইড্ অফ্ পোটাসিয়মের দ্রাবণ যোগ করি, তাহা হইলে তৎক্ষণাৎ পূর্ব্বোক্ত নীলবর্ণ পদার্থ অধঃস্থ হইবে।

৪২শ পরীক্ষা। টার্টারিক্ এসিড্ ও বাইকার্ব্বনেট অফ্ সোডা শুষ্ক অবস্থায় মাড়িবার খলে (Mortar) একত্রে মিশ্রিত করিলে কোনরূপ পরিবর্ত্তন দৃষ্ট হইবে না, কিন্তু উক্ত পদার্থে জল ঢালিলে উহা তৎক্ষণাৎ ফুটিয়া উঠিবে।

৫ম। আলোক (Light) সংযোগে পদার্থের রাসায়নিক পরিবর্ত্তন উপস্থিত হয়—

৪৩শ পরীক্ষা। নাইট্রেট অফ্ সিল্‌ভারের দ্রাবণে হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ যোগ করিলে শ্বেতবর্ণ ক্লোরাইড্ অফ্ সিল্‌ভার (Chloride of silver) অধঃস্থ হয়। এক্ষণে এই অধঃস্থ পদার্থ দুইখণ্ড ব্লটিং কাগজের উপর ঢাল এবং একখণ্ড কাগজ বাহিরে ও অপর খণ্ড টেবিলের মধ্যে অন্ধকারে রাখিয়া দেও। কিয়ৎক্ষণ পরে দেখিতে পাইবে যে বাহিরে স্থাপিত কাগজ খানির উপর যে পদার্থ ছিল তাহা আলোক সংযোগে বিবর্ণ হইয়াছে, কিন্তু অন্ধকারে রক্ষিত কাগজস্থিত পদার্থে কোন পরিবর্ত্তন দৃষ্ট হইবে না।

আলোক সংযোগে সিল্‌ভার্ ক্লোরাইড্ মধ্যে রাসায়নিক পরিবর্ত্তন সংঘটিত হইয়া গাঢ় ধূসরবর্ণের সব্ ক্লোরাইড্ অব্ সিল্‌ভার্ (Sub-chloride of Silver) নামক লবণ প্রস্তুত হয়। এইরূপে সিল্‌ভার্ ব্রোমাইড্, সিল্‌ভার্ আইওডাইড্ প্রভৃতি কতকগুলি লবণও আলোকসংযোগে বিশ্লিষ্ট হইয়া যায়, এজন্য ইহারা ফটোগ্রাফিতে ব্যবহৃত হয়।

৬ষ্ঠ। তড়িৎ (Electricity) সংযোগে পদার্থের রাসায়নিক পরিবর্ত্তন সংঘটিত হয়, ইহা ইতিপূর্ব্বে প্রদর্শিত হইয়াছে (২৭শ পরীক্ষা দেখ)।

রাসায়নিক পরিবর্ত্তনের ফল।—রাসায়নিক পরিবর্ত্তনে তাপ, আলোক, সময়ে সময়ে সশব্দ-স্ফোটন (Explosion) এবং তড়িৎ উৎপন্ন হয়।

(১) তাপোৎপাদন—

৪৪শ পরীক্ষা। একটী পরীক্ষা-নলে উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ (Concentrated Sulphuric acid) ও জল একত্রিত কর; এক্ষণে পরীক্ষা নল স্পর্শ করিলে বিলক্ষণ

উত্তাপ অনুভূত হইবে। জলের সহিত সল্‌ফিউরিক্ এসিডের রাসায়নিক সম্মিলন উপস্থিত হইয়া এই উত্তাপ উদ্ভূত হয়।

৪৫শ পরীক্ষা। পাতুরে চূণ একটী পাত্রে রাখিয়া উহার সহিত জল মিশ্রিত কর। চূণ ও জলের মধ্যে রাসায়নিক মিলন উপস্থিত হইয়া কলি চূণ প্রস্তুত হইবে এবং ইহাতে এত উত্তাপ উৎপন্ন হইবে যে জল ফুটিতে থাকিবে।

(২) আলোকৎপাদন=

৪৬শ পরীক্ষা। একটী পাত্রে জল রাখিয়া ক্ষুদ্র একখণ্ড পোটাসিয়ম্ ধাতু তন্মধ্যে নিক্ষেপ করিলে আলোক উৎপন্ন হইবে এবং ধাতু খণ্ড একপ্রকার শব্দ করিয়া জলের উপরিভাগে চতুর্দ্দিকে ঘুরিয়া বেড়াইবে।

পোটাসিয়ম্ ধাতু জলের সহিত একত্রিত হইলে জলকে বিশ্লেষণ করিয়া হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ উৎপাদন করে এবং জলের অন্যতর উপাদান অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া কষ্টিক্ পটাশ্ নামক ক্ষার পদার্থ প্রস্তুত করে। এই রাসায়নিক সম্মিলনে এত অধিক তাপ উদ্ভূত হয় যে তৎসংযোগে বিমুক্ত হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ একেবারে জ্বলিয়া উঠে।

৪৭শ পরীক্ষা।—ক্লোরিণ্ গ্যাস্ পূর্ণ বোতলের মধ্যে এণ্টিমণি ধাতুর চূর্ণ ঈষৎ উত্তপ্ত করিয়া নিক্ষেপ করিলে উভয়ে মিলিত হইয়া উজ্জ্বল স্ফুলিঙ্গ উৎপাদন করিবে।

(৩) স্ফোটন—

৪৮শ পরীক্ষা।—একটী জলপূর্ণ নিম্নমুখ পরীক্ষা-নল দুইভাগ হাইড্রোজেন্ ও একভাগ অক্সিজেন্ গ্যাস্ দ্বারা পূর্ণ করিয়া নলের মুখে দীপশিখা সংযোগে করিলে সশব্দ স্ফোটন (Explosion) হয়। দীপশিখা সংযোগে অক্সিজেনের সহিত হাইড্রোজেনের রাসায়নিক সম্মিলন উপস্থিত হইয়া এইরূপ সশব্দ-স্ফোটন হইয়া থাকে।

৪৯শ পরীক্ষা।—অল্প পরিমাণ ক্লোরেট্ অফ্ পটাশ্ (Chlorate of Potash) ও গন্ধক হামাম্‌দিস্তায় রাখিয়া সাবধানে একত্রে গুঁড়াইলে উভয়ের মধ্যে রাসায়নিক সম্মিলন উপস্থিত হইয়া সশব্দ-স্ফোটন হয়।

(৪) তড়িতোৎপাদন—

রাসায়নিক সম্মিলনে তড়িৎ উৎপন্ন হয়। ইহা গ্রোভ্ প্রভৃতির তড়িৎ-কোষাবলীর বর্ণনায় সময়ে সবিস্তারে উল্লিখিত হইয়াছে, অতএব এস্থলে সে বিষয়ের পুনরুল্লেখ নিষ্প্রয়োজন।

(৫) বর্ণের বিভিন্নতা—

৫০ পরীক্ষা।—একটী পরীক্ষা-নলে মার্কিউরিক্ ক্লোরাইডের (Mercuric Chloride)

দ্রাবণ লইয়া তাহাতে আইওডাইড্ অফ্ পোটাসিয়মের (Iodide of Potassium) দ্রাবণ অল্প পরিমাণে যোগ কর। এই দুই বর্ণহীন পদার্থের মিলনে উজ্জ্বল লোহিতবর্ণ মার্কিউরিক্ আইওডাইড্ (Red Iodide of Mercury) নামক পদার্থ উৎপন্ন হইবে।

(২) ঘ্রাণের বিভিন্নতা—

৫১ পরীক্ষা।—অল্প পরিমাণে কলিচুণ (Slaked lime) ও নিশাদল (Chloride of Ammonium) একত্রে খলে পেষণ কর। উভয়ের মধ্যে রাসায়নিক মিলন উপস্থিত হইয়া তীব্র গন্ধযুক্ত এমোনিয়া গ্যাস্ (Ammonia gas) নির্গত হইবে।

(৩) আস্বাদের বিভিন্নতা—

৫২ পরীক্ষা।—লেবুর রস অম্ল সাদ এবং বাইকার্ব্বনেট্ অফ্ সোডা (Bicarbonate of Soda) ক্ষার-আস্বাদন-যুক্ত। লেবুর রসে একখণ্ড নীলবর্ণ লিট্মস্ কাগজ (Litmus paper) নিমজ্জিত করিলে উহা রক্তবর্ণ ধারণ করে এবং বাই কার্ব্বনেট্ অফ্ সোডার দ্রাবণে একখণ্ড রক্তবর্ণ লিট মস্ কাগজ নিমজ্জিত করিলে উহা নীলবর্ণ ধারণ করে। এই দুই পদার্থকে এরূপ পরিমাণে মিশ্রিত কর যে মিশ্রিত পদার্থে নীল ও লাল লিট্মস্ কাগজ নিমজ্জিত করিলে উহা-দিগের বর্ণ পরিবর্ত্তিত হইবে না। এইরূপে মিশ্রিত হইলে ঐ দুই পদার্থের মধ্যে রাসায়নিক সম্মিলন উপস্থিত হইয়া সাইট্রেট্ অফ্ সোডা (Citrate of Soda) নামক একটী নূতন পদার্থ প্রস্তুত হয়; ইহার আস্বাদন লবণাক্ত, লেবুর রস ও বাইকার্ব্বনেট্ অফ্ সোডার আস্বাদন হইতে সম্পূর্ণ ভিন্ন।

মিশ্র-পদার্থ (Mechanical mixture) ও রাসায়নিক যৌগিক (Chemical compounds)—অনেকস্থলে দুইটী বস্তু একত্রিত হইলে, হয় উভয়ে মিলিত হইয়া একটী রাসায়নিক যৌগিক প্রস্তুত হয় অথবা পরস্পরের মধ্যে রাসায়নিক ক্রিয়া উপস্থিত না হইয়া উভয়ে শুদ্ধ মিশ্রিতাবস্থায় থাকে এবং সামান্য আয়াসেই উক্ত মিশ্র পদার্থ হইতে দুইটী আদি বস্তুকে পুনরায় পৃথক্ করা যাইতে পারে। দুই বা ততোধিক পদার্থ এইরূপ মিশ্রিতাবস্থায় থাকিলে উহাকে মিশ্র পদার্থ (Mechanical mixture) কহে। মিশ্র পদার্থ এবং রাসায়নিক যৌগিক এতদুভয়ের মধ্যে প্রভেদ এই যে মিশ্রণ দ্বারা কোন নূতন বস্তুর উৎপত্তি হয় না এবং মিশ্র-পদার্থ হইতে মিশ্রিত পদার্থগুলিকে সহজেই পৃথক্ করা যাইতে পারে। কিন্তু যদি দুই বা ততোধিক বস্তুর মধ্যে রাসায়নিক মিলন উপস্থিত হয়, তাহাহইলে তাহাদিগকে পুনরায় সহজে পৃথক্ করা যায় না। পুনশ্চ মিশ্র পদার্থের মধ্যে যে যে পদার্থ থাকে, তাহারা যে কোন পরিমাণে মিশ্রিত

থাকিতে পারে কিন্তু যে কোন রাসায়নিক যৌগিকের উপাদানগুলি সর্ব্বথা একটী বিশেষ নির্দ্দিষ্ট পরিমাণে মিলিত হইয়া থাকে।

৫৩ পরীক্ষা। লৌহচূর (Iron filings) ও গন্ধক একত্রে হামানদিস্তা দ্বারা গুঁড়া কর। পরে এই মিশ্র-পদার্থ একখানি কাগজের উপর রাখিয়া একখণ্ড চুম্বক (Magnet) উহার নিকট ধারণ করিলে লৌহকণা সকল চুম্বক দ্বারা আকৃষ্ট হইয়া মিশ্র-পদার্থ হইতে পৃথক্ হইয়া উহাতে সংলগ্ন হইবে।

৫৪ পরীক্ষা।—সূক্ষ্ম বালি ও চিনি একত্রে গুঁড়া করিলে একটী পদার্থের ন্যায় প্রতীয়মান হইবে। এক্ষণে ইহাকে জলের সহিত মিশ্রিত করিয়া ছাঁকিয়া লইলেই চিনি জলে দ্রব হইয়া বালি হইতে সহজেই পৃথক্ হইয়া আসিবে। এক্ষণে ছাঁকিত দ্রাবণকে উত্তাপ-সংযোগে শুষ্ক করিয়া লইলে চিনি পূর্ব্বাবস্থায় পাওয়া যাইবে।

এস্থলে দুইটী পদার্থ কেবল মিশ্রিতাবস্থায় ছিল বলিয়া এত সহজে ইহাদিগকে পরস্পর হইতে পৃথক্ করা গেল।

৫৫ পরীক্ষা। ৪ ভাগ গন্ধক ও ৭ ভাগ লৌহচূর একত্রে মিশ্রিত করতঃ একটী পরীক্ষানলের মধ্যে রাখিয়া উত্তাপ প্রয়োগ কর। উত্তাপ সংযোগে এই দুই পদার্থের মধ্যে রাসায়নিক মিলন উপস্থিত হইয়া সল্‌ফাইড্ অফ্ আয়রণ্ (Sulphide of Iron) নামক একটী নূতন যৌগিক পদার্থ প্রস্তুত হইবে। এক্ষণে পরীক্ষা নলটী শীতল হইলে উক্ত নূতন পদার্থকে বাহির করিয়া উত্তমরূপে গুঁড়াইয়া চুম্বকের নিকট ধারণ করিলে পূর্ব্বের ন্যায় লৌহকণা আর পৃথক্ হইয়া আসিবে না।

ইহার কারণ এই যে এই নূতন পদার্থে লৌহ ও গন্ধক আর স্বতন্ত্রভাবে অবস্থিতি করে না, পরন্তু উভয়ের রাসায়নিক সম্মিলনে এমন একটী নূতন পদার্থ উৎপন্ন হয়, যাহা লৌহ ও গন্ধক হইতে সম্পূর্ণ ভিন্নধর্ম্মাক্রান্ত, সুতরাং লৌহের ধর্ম্ম এই নূতন পদার্থে প্রকাশিত হয় না। এই পদার্থ হইতে লৌহ ও গন্ধক পৃথক্ করিতে হইলে নানাবিধ জটিল রাসায়নিক প্রক্রিয়া অবলম্বন করিতে হয়।

পদার্থের অবিনশ্বরত্ব (Indestructibility of Matter)—দুই বা ততোধিক পদার্থের মধ্যে রাসায়নিক মিলন উপস্থিত হইলে উহাদিগের আকৃতি ও প্রকৃতিগত পরিবর্ত্তন হয় মাত্র এবং কখনও বা উহারা একেবারে অদৃশ্য হইয়া যায়, কিন্তু কোনটী একেবারে ধ্বংস প্রাপ্ত হয় না। একটী মোম বাতি জ্বালাইয়া রাখিলে কিয়ৎক্ষণ পরে উহা দগ্ধ হইয়া নিঃশেষ হইয়া যায়; ইহাতে স্বতঃই মনে উদয় হইতে পারে

যে আলোক সংযোগে মোম বাতির ধ্বংস সাধিত হয়। কিন্তু পরীক্ষা করিয়া দেখিলে জানা যায় যে, যে সকল উপাদানে মোম বাতি গঠিত, তাহারা দগ্ধ হইবার সময় অবস্থান্তর প্রাপ্ত হইয়া এরূপ ভিন্ন আকারে অবস্থিতি করে যে উহাদিগকে আমরা দেখিতে পাই না। সুতরাং মনে হয় যে বাতিটী দগ্ধ হইয়া একেবারে নষ্ট হইয়া যায়।

৫৬ পরীক্ষা। একটী শুষ্ক আয়ত-মুখ বোতলের মধ্যে একটী জ্বলন্ত বাতি কিয়ৎক্ষণের জন্য রাখিয়া বাহির করতঃ পরিস্কৃত চূণের জল বোতলের মধ্যে ঢাল এবং উত্তমরূপে আলোড়ন কর, উহা তৎক্ষণাৎ দুগ্ধের ন্যায় শুভ্রবর্ণ ধারণ করিবে।

ইহার কারণ এই যে বাতির একটী উপাদান অঙ্গার বা কার্ব্বন্; বাতিটী পুড়িবার সময় কার্ব্বন্ বোতলের অভ্যন্তরস্থ বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া বর্ণহীন অদৃশ্য কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ উৎপাদন করে। এই গ্যাসের ধর্ম্ম এই যে ইহা চূণের জলের সহিত একত্রিত হইলে শ্বেতবর্ণ পদার্থ (চাখড়ি) প্রস্তুত করে, একারণ যে বোতলের মধ্যে বাতি দগ্ধ হইয়াছে, তন্মধ্যে পরিস্কৃত চূণের জল ঢালিয়া আলোড়ন করিলে উহা শ্বেতবর্ণ ধারণ করে।

বায়ুপূর্ণ অপর একটী বোতলে চূণের জল ঢালিয়া আলোড়ন করিলে এরূপ পরিবর্ত্তন সংঘটিত হয় না; বায়ু মধ্যে কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাসের পরিমাণ অত্যন্ত অল্প, এজন্য চূণের জল এই বোতলে আলোড়িত হইলে যৎসামান্য ঘোলা হয় মাত্র।

নিম্নলিখিত পরীক্ষা দ্বারা কার্ব্বন্ যে বাতির একটী উপাদান, তাহা প্রমাণিত হয়:—

৫৭ পরীক্ষা।—একটী মোম বাতি জ্বালাইয়া উহার শিখার উপর একখণ্ড সাদা কাগজ বা কাচ ধারণ করিলে কাগজ বা কাচের উপর ভূষা পড়ে; ইহা অঙ্গারের রূপান্তর মাত্র। এই পরীক্ষায় দ্বারা কার্ব্বন্ যে মোম বাতির একটী উপাদান, তাহা সহজেই প্রমাণিত হয়।

কার্ব্বন্ ব্যতীত হাইড্রোজেন্ মোম বাতির আর একটী উপাদান। বাতি পুড়িয়া দগ্ধ হইবার সময় হাইড্রোজেন্ বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া জল উৎপাদন করে।

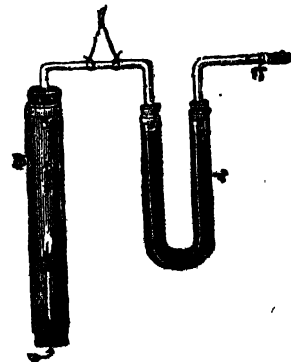
৫৮ পরীক্ষা।—বাতিটী জ্বালাইয়া জ্বলন্ত শিখার উপর একটী শুষ্ক কাচের গ্লাস

ক্ষণকালের জন্য ধারণ কর; গেলাসের অভ্যন্তরে জল বিন্দু জমিয়া থাকিতে দেখা যাইবে।

ইহার কারণ এই যে বাতি দগ্ধ হইবার সময় উহা অন্যতর উপাদান হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া অদৃশ্য বাষ্পের আকারে জল প্রস্তুত করে। উক্ত জল বাষ্প গেলাসের শীতল গাত্র স্পর্শ মাত্রে জমিয়া জল-বিন্দুর আকার ধারণ করে।

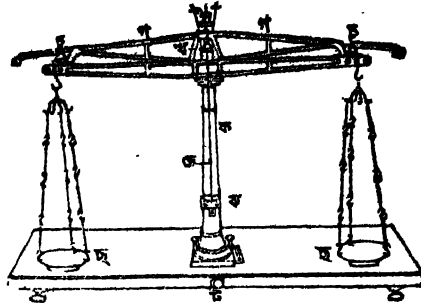
উপরোক্ত কয়েকটী পরীক্ষা দ্বারা জানা গেল যে বাতিটী দগ্ধ হইলে ধ্বংস প্রাপ্ত হয় না, কেবল মাত্র উহার উপাদান (কার্ব্বন্ ও হাইড্রোজেন্) বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া ভিন্ন আকারে অবস্থিতি করে। অতঃপর যদি আমরা এইরূপে উৎপন্ন কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ ও জল কৌশলক্রমে সঞ্চয় করিয়া ওজন করি, তাহা হইলে দেখিব যে বাতিটীর ওজন অপেক্ষা উহাদিগের ওজনের সমষ্টি অধিক: সুতরাং বাতিটী দগ্ধ হইয়া ধ্বংস প্রাপ্ত হওয়া দূরে থাকুক, বরং দগ্ধ হইবার পর উহা ওজনে বাড়িয়া যায়। ওজনের বৃদ্ধির কারণ পরে প্রদর্শিত হইবে। নিম্নলিখিত পরীক্ষা দ্বারা এই তত্ত্ব সুন্দররূপে প্রমাণিত হয়:—

৫৯ পরীক্ষা।—১০ ইঞ্চি লম্বা এবং ৩৭ ইঞ্চি মোটা দুই মুখ খোলা একটী কাচ-নলের (৫৩ চিত্র, ক) দুই মুখ ছিপি (কর্ক) দ্বারা বন্ধ করিতে হইবে। নলের নিম্নমুখস্থ ছিপিতে কতকগুলি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র ছিদ্র থাকে; তদ্দ্বারা নলের অভ্যন্তরে বায়ু প্রবেশ করিতে পারে। উহাদিগের মধ্যে অপেক্ষাকৃত একটী বড় ছিদ্র থাকে—উহাতে একটী ছোট বাতি সংলগ্ন থাকিয়া নলের অভ্যন্তরে রক্ষিত হয়। নলের উপরের মুখের ছিপিতে একটীমাত্র ক্ষুদ্র ছিদ্র থাকে, উহাতে একটী দ্বি-বক্র কাচ নলের এক মুখ এবং উক্ত কাচ-নলের অপর মুখ, U-আকারের অপর একটী কাচ-

৫৩ চিত্র।

নলের (খ) একমুখে ছিপিদ্বারা সংলগ্ন থাকে। U-নলের মধ্যে কষ্টিক্ পটাস্ (Caustic Potash) নামক একটী কঠিন ক্ষার পদার্থ রক্ষিত হয়; এই পদার্থ জল এবং কার্ব্বনিক এসিড্ গ্যাস্ শোষক

করিতে পারে। U-নলের অপর মুখে আর একটী বক্র কাচ-নল (গ) ছিপি দ্বারা সংযুক্ত থাকে। এক্ষণে বাতির সহিত এই যন্ত্রটী ওজন করিয়া উহার ওজন লিখিয়া রাখিতে হইবে। পরে বাতিটী জ্বালাইয়া সত্বর নলের মধ্যে পুনঃ প্রবিষ্ট করতঃ (গ) নলের অপর মুখে এস্পিরেটর্ (Aspirator) নামক জলপূর্ণ একটী যন্ত্রের সহিত রবরের নল দ্বারা সংযুক্ত করিয়া জল ছাড়িয়া দিলে জল পতনের সঙ্গে সঙ্গে যন্ত্রের অভ্যন্তরে বায়ু প্রবেশ করিবে, কিন্তু বায়ু প্রবেশের অপর কোন পথ না থাকাতে পূর্ব্বোক্ত (ক) কাচ-নলের নিম্ন মুখের ছিপির ছিদ্র দ্বারা নলের অভ্যন্তরে বায়ু প্রবেশ করিবে। যন্ত্রমধ্যে এইরূপে বায়ু সঞ্চালিত হইলে বাতিটী নির্ব্বাপিত না হইয়া জ্বলিতে থাকিবে। এইরূপে কিয়ৎক্ষণ বাতিটী জ্বলিলে পর উহা নিবাইয়া যন্ত্রটী এস্পিরেটর্ হইতে বিযুক্ত কর এবং শীতল হইলে পুনরায় ওজন কর; দেখিবে যে উহা পরীক্ষার পূর্ব্বে যে ওজনের ছিল, তাহা অপেক্ষা ভারী হইয়াছে।

এরূপ ভারী হইবার কারণ এই যে বাতির কার্ব্বন্ ও হাইড্রোজেন্ দগ্ধ হইবার সময় বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ ও জল উৎপাদন করে; এইরূপে মিলিত অক্সিজেনের ভার দ্বারা উহাদিগের পূর্ব্ব ভারের বৃদ্ধি সাধিত হয়, সুতরাং পরীক্ষার পর যন্ত্রটীর ওজন পূর্ব্বাপেক্ষা অধিক হইয়া থাকে। পূর্ব্বোক্ত U-নলস্থিত কষ্টিক্ পটাস্, কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ ও জল শোষণ করিয়া লয়। এই পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণিত হয় যে কোন পদার্থেরই ধ্বংস নাই, রাসায়নিক মিলনে উহাদিগের আকৃতি ও প্রকৃতিগত পরিবর্ত্তন সাধিত হয় মাত্র। ফলতঃ দুই বা ততোধিক পদার্থের মধ্যে রাসায়নিক সম্মিলন উপস্থিত হইয়া যে নূতন পদার্থ উৎপন্ন হয়, তাহার ওজন আদি পদার্থ সমূহের ওজনের সমষ্টির সহিত সমান।

তুলাদণ্ড (Scales)—পদার্থের উপাদান-তত্ত্ব নিরূপণ করিতে হইলে সর্ব্বদা ওজন করিবার প্রয়োজন হয়। সচরাচর খাদ্য দ্রব্য অথবা প্রয়োজনীয় অন্যান্য পদার্থ ওজন করিবার জন্য যে সকল তুলাদণ্ড ব্যবহৃত হইয়া থাকে, রাসায়নিক-তত্ত্ব-নিরূপক সূক্ষ্ম ভার নির্ণয়ের পক্ষে তাহারা সম্পূর্ণ অনুপযোগী। রাসায়নিক কার্য্যের নিমিত্ত যে তুলা দণ্ড ব্যবহৃত হয়, তাহাকে কেমিক্যাল্ ব্যালান্স্ (Chemical Balance) কহে; ইহা দ্বারা একগাছি চুলেরও সূক্ষ্ম ভার নির্ণয় করিতে পারা যায়। পরপৃষ্ঠায় এইরূপ একটী তুলাদণ্ডের চিত্র প্রদর্শিত হইল।

৫৪ চিত্র।

একটী পিত্তলের দণ্ড (৫৪ চিত্র, ক) লম্বমান ভাবে একটী কাষ্ঠের বাক্স বা আধারের উপর দৃঢ়রূপে আবদ্ধ থাকে এবং উহার শীর্ষদেশে আগেট্ (Agate) নামক একখণ্ড ক্ষুদ্র সমতল অতি মসৃণ চতুষ্কোণ প্রস্তর সংলগ্ন থাকে। এই লম্বমান পিত্তলের দণ্ডকে ইংরাজীতে ষ্টেম্ (Stem) কহে। অপর একটী সরু পিত্তলের দণ্ডের (গ, গ) মধ্যস্থলের ঠিক নিম্নভাগে ত্রিকোণাকার আর এক খণ্ড আগেট্ (খ) সংলগ্ন থাকে এবং এই শেষোক্ত দণ্ডটী আড়াআড়ি ভাবে প্রথমোক্ত লম্বমান দণ্ডের উপর এরূপে রক্ষিত হয় যে একের আগেট্ অপরের আগেটের উপর অবস্থিতি করে। এবম্প্রকারে স্থাপিত হইবার কারণ এই যে ইহা অতি সহজেই উভয় পার্শ্বে উঠিতে বা নামিতে পারে। এই আড় ভাবে স্থাপিত দণ্ডকে ইংরাজীতে বীম্ (Beam) কহে—চলিত ভাষায় ইহাকে "দাঁড়ি" বলে। এই দাঁড়ির দুই প্রান্তের উপরিভাগে দুইখানি ত্রিকোণ আগেট্ (চ, চ) সংলগ্ন ও উহাদিগের উপরে আর দুইখানি সমতল চতুষ্কোণ আগেট্ স্থাপিত থাকে। এই শেষোক্ত আগেট্দ্বয় হইতে তার দ্বারা দুইখানি পিত্তল বা অন্য ধাতু নির্ম্মিত পাল্লা (ছ, ছ) ঝুলিতে থাকে; ইহাদিগকে ইংরাজীতে প্যান্ (Pan) কহে। দাঁড়ির ঠিক্ মধ্যস্থলে লৌহ-নির্ম্মিত লম্বমান ক্রমশঃ সূক্ষ্মাগ্র একটী কাঁটা (জ) আবদ্ধ থাকে এবং উহার অগ্রভাগ প্রথমোক্ত লম্বমান দণ্ডের (ক) নিম্ন প্রদেশে সংলগ্ন ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র সমানাংশে বিভক্ত একখানি পিত্তল বা অস্থি-ফলকের (ঝ) ঠিক্ মধ্যস্থলে অবস্থিতি করে। এই কাঁটা ও ফলককে ইংরাজীতে যথা ক্রমে ইণ্ডেক্স্ (Index) ও স্কেল্ (Scale) বলে। কোন পদার্থ ওজন করিতে হইলে উহাকে বামদিকস্থ পাল্লার উপর রাখিয়া

দক্ষিণদিকের পাল্লার উপর বাট্‌খারা (Weights) চাপাইয়া দিতে হয়। যতক্ষণ উভয়দিকের ওজন সমান না হয়, ততক্ষণ যে দিক্ ভারী, কাঁটাটী স্কেলের উপর তাহার বিপরীত দিকে সরিয়া যায়। যখন উভয় দিকের ভার সমান হয় অর্থাৎ পদার্থটীর ঠিক্ ওজন হয়, তখন কাঁটাটী কিয়ৎক্ষণ এদিক্ ওদিক্ করিয়া অবশেষে স্কেলের ঠিক্ মধ্যস্থলে আসিয়া স্থিরভাবে অবস্থিতি করিবে, এবং তখনই আমরা জানিতে পারিব যে, যে বাট্‌খারাগুলি দক্ষিণ পাল্লায় রক্ষিত হইয়াছে, তাহাদের সমষ্টি উক্ত পদার্থের যথার্থ ওজন।

এই তুলাদণ্ড নির্ম্মাণে এতগুলি আগেট্ প্রস্তর ব্যবহার করিবার কারণ এই যে আগেট্ অতি মসৃণ, এজন্য পিত্তলের দাঁড়িটী দণ্ডের উপর এবং পাল্লা দুইখানি দাঁড়ির উপর অতি সামান্য ভারেই এদিক্ ওদিক্ নড়িতে পারে। সন্ধিস্থলে ঘর্ষণ যতই কম হয়, পাল্লাটী ততই সামান্য ভারেই এক দিকে ঝুঁকিয়া পড়ে। কেমিক্যাল্ ব্যালান্স্ এই কারণে অতি লঘু পদার্থের ওজন নির্দ্দেশ করিতে সক্ষম হয়।

দুই খানি আগেট সর্ব্বদা পরস্পর স্পর্শ করিয়া থাকিলে ঘর্ষণ দ্বারা উহাদিগের মসৃণতা নষ্ট হইবার সম্ভাবনা এবং এইরূপে তুলাদণ্ডের সূক্ষ্ম ওজনের ক্ষমতা ক্রমশঃ নষ্ট হইয়া যাইতে পারে, এজন্য কৌশল ক্রমে দাঁড়ি ও পাল্লা দুইখানি উত্তোলিত করিয়া আগেট্ প্রস্তরগুলি পরস্পর হইতে পৃথক্ করিয়া রাখা হয়। ওজন করিবার সময় নিম্নস্থ পিত্তলের চাকাখানি (৫৪ চিত্র, ট) দক্ষিণ দিকে ঘুরাইলে উহারা স্ব স্ব নির্দ্দিষ্ট স্থানে আসিয়া অবস্থিত হয়; ওজন শেষ হইলে চাকা খানি বিপরীত দিকে ঘুরাইয়া উহাদিগকে পূর্ব্ববৎ পরস্পর হইতে পৃথক্ করিয়া রাখা হয়।

পরিমাণ ও ওজন (Measures and Weights)—পদার্থের দৈর্ঘ্য (Length), বিস্তৃতি (Area) এবং আয়তন (Volume) নিরূপণ করিবার জন্য যে প্রণালী মতে মাপ করা হয়, ইংরাজীতে তাহাকে মিট্রিক্ পরিমাণ প্রণালী (Metric System of Measures) কহে। এই প্রণালী প্রথমতঃ ফ্রান্স দেশে প্রচলিত হয়, এজন্য ইহাকে ফরাসী পরিমাণ প্রণালীও (French System of Measures) কহে। এক্ষণে সমগ্র বৈজ্ঞানিক জগতে এই প্রণালী মতে পদার্থের পরিমাণ নির্দ্দিষ্ট হইয়া থাকে।

এই প্রণালীর ব্যবহারের সুবিধা এই যে, যে মাপটী একক (Unit) বলিয়া গৃহীত হয়, তাহাকে দশ, শত বা সহস্র গুণ করিয়া এককের ঊর্দ্ধতন মাপ নির্দ্দিষ্ট হয় এবং দশ, শত বা সহস্র সমান ক্ষুদ্রাংশে বিভক্ত করিয়া একক অপেক্ষা ন্যূন মাপ নির্দ্দিষ্ট হইয়া থাকে। এইরূপে পদার্থের মাপ দশমিক অঙ্কে (Decimal) লিখিত হয়, এজন্য বৃহৎ বৃহৎ গুণ ও ভাগ করিবার প্রয়োজন হয় না, অতি অল্প সময়ে ও সহজে অঙ্ক কসা যায়।

এই প্রণালী মতে ১ মিটার্ (Metre), দৈর্ঘ্যের একক মাপ (Unit) রূপে গৃহীত হয়; ১ মিটারের মাপ ৩৯.৩৭ ইঞ্চি। ১ মিটার্কে ১০, ১০০ ও ১০০০ সমান অংশে বিভক্ত করা যায়; এই সকল সংখ্যা দ্বারা এক মিটার্ অপেক্ষা ন্যূন মাপ নির্দ্দিষ্ট হইয়া থাকে। মিটারের দশাংশকে এক ডেসিমিটার্ (Decimetre), শতাংশকে এক সেণ্টিমিটার্ (Centimetre) এবং সহস্রাংশকে এক মিলিমিটার্ (Millimetre) কহে। অপরন্তু মিটারের ঊর্দ্ধতন পরিমাণ নিরূপণ করিতে হইলে উহাকে দশ, শত বা সহস্র সংখ্যা দ্বারা গুণ করিতে হয়; ১০ মিটার্কে এক ডেকামিটার্ (Decametre), ১০০ মিটার্কে এক হেক্টামিটার্ (Hectametre) এবং ১০০০ মিটার্কে এক কিলোমিটার (Kilometre) কহে।

পদার্থের বিস্তৃতির (Area, দৈর্ঘ্য × প্রস্থ) পরিমাণ, দৈর্ঘ্যের একক দ্বারা সম্পন্ন হইয়া থাকে। ১ মিটার্ দীর্ঘ ও ১ মিটার্ প্রস্থ উভয়কে গুণ করিলে ১ বর্গ মিটার্ হয়। বর্গ মিটার্কে মিটারের ন্যায় দশ, শত বা সহস্র ক্ষুদ্র সমান অংশে যথাক্রমে বর্গ ডেসিমিটার্, বর্গ সেণ্টিমিটার্ ও বর্গ মিলিমিটারে বিভক্ত করা যায়।

তরল ও বায়বীয় পদার্থের আয়তন (Volume) পরিমাণের নিমিত্ত লিটার্ (Litre) নামক একটী মাপ এককরূপে (Unit) ব্যবহৃত হইয়া থাকে। ১ লিটার্, ১০০০ ঘন সেণ্টিমিটার্ বা ১.৭৬ পাইণ্ট্ বা .২২ গ্যালন্ অথবা ৬১ কিউবিক্ ইঞ্চের সহিত সমান।

পদার্থের মাপ ও ওজন এতদুভয়ের মধ্যে সম্বন্ধ রাখিবার জন্য ৪°C তাপ মাত্রায় এক ঘন সেণ্টিমিটার্ (Cubic centimetre) পরিমিত চোয়ান জল (Distilled water) ওজন করিয়া উক্ত ওজন এককরূপে গৃহীত হয়।

ওজনের এই একককে এক গ্র্যাম্ (Gramme) কহে ; ইহা ১৫·৪৩২ গ্রেণের সহিত সমান। মিটারের ন্যায় এক গ্র্যাম্কেও দশ, শত ও সহস্র সমান ক্ষুদ্রাংশে বিভক্ত করা যায় ; $\frac{1}{10}$ গ্র্যাম্কে এক ডেসিগ্র্যাম্ (Decigramme,) $\frac{1}{100}$ গ্র্যাম্কে এক সেণ্টিগ্র্যাম্ (Centigramme), এবং $\frac{1}{1000}$ গ্র্যাম্কে এক মিলিগ্র্যাম্ (Milligramme), কহে। পুনশ্চ দশ গ্র্যামে এক ডেকাগ্র্যাম্ (Decagramme), একশত গ্র্যামে এক হেক্টাগ্র্যাম্ (Hectagramme) ও এক সহস্র গ্র্যামে এক কিলোগ্র্যাম্ (Kilogramme) হইয়া থাকে।

O·C ও সহজ বায়ু-চাপে (৭৬০ মিলিমিটার্) এক লিটার্ হাইড্রোজেনের ওজন '০৮৯৯ গ্র্যাম্। যাবতীয় বায়বীয় মূল-পদার্থের ওজন নির্ণয় করিতে হইলে তাহাদিগের পারমাণবিক গুরুত্বের সংখ্যাকে (উহাই উক্ত গ্যাসের আপেক্ষিক গুরুত্ব—Specific gravity) এই অঙ্ক দ্বারা গুণ করিলে উক্ত পদার্থের ১ লিটারের ওজন নিরূপিত হয়। নাইট্রোজেনের পারমাণবিক গুরুত্ব ১৪, সুতরাং O·C ও সহজ বায়ু-চাপে ১ লিটার্ নাইট্রোজেনের ওজন ১৪ × '০৮৯৯ = ১'২৫৮৬ গ্র্যাম্। গ্যাস্টী যৌগিক হইলে উহার আণবিক গুরুত্বের অর্দ্ধেক সংখ্যাকে ঐ অঙ্ক দ্বারা গুণ করিতে হয়।

ওজনের জন্য দুই প্রকার বাট্খারা ব্যবহৃত হয়, একটীর নাম গ্র্যাম্ (Gramme) ও অপরটী গ্রেণ্ (Graiu) বাটখারা বলিয়া পরিচিত। এই পুস্তকে পদার্থের ওজন উল্লেখ করিবার সময় আমরা গ্র্যাম্ ওজন ব্যবহার করিব ; উহা মিট্রিক্ পরিমাণ প্রণালীর অন্তর্ভূত।

মূল ও যৌগিক পদার্থ—ইন্দ্রিয় গ্রাহ্য বস্তু মাত্রেই পদার্থ নামে অভিহিত। পদার্থ সকল প্রধানতঃ দুই ভাগে বিভক্ত, যথা—

১ম। মূল-পদার্থ (Elements)।

২য়। যৌগিক পদার্থ (Compounds)।

যে সকল পদার্থকে বিশ্লেষণ করিয়া অন্য পদার্থ উৎপাদন করিতে পারা যায় না, তাহাদিগকে ভূত, মৌলিক বা মূল-পদার্থ কহে। অক্সিজেন্, হাইড্রোজেন্, নাইট্রোজেন্, গন্ধক, স্বর্ণ, রৌপ্য, লৌহ, পারদ, সীস প্রভৃতি এক একটী মূল-পদার্থ। কোনরূপ ভৌতিক বা রাসায়নিক শক্তি দ্বারা আজি পর্য্যন্ত এই মূল-পদার্থগুলি বিশ্লিষ্ট হইয়া সূক্ষ্মতর ভিন্নধর্ম্মাক্রান্ত পদার্থে পরিণত হয়

নাই। ইহাদিগকে যতই সূক্ষ্মভাবে বিভক্ত করা যাউক না কেন, ইহারা সর্ব্বদা স্বধর্ম্মবিশিষ্ট থাকে।

যে সকল পদার্থকে ভৌতিক বা রাসায়নিক শক্তির সাহায্যে দুই বা ততোধিক মূল-পদার্থে বিভক্ত করা যাইতে পারে, তাহাদিগকে যৌগিক পদার্থ বলে। লোহিত পারদ অক্সাইড্ একটী যৌগিক পদার্থ; ইহা তাপ সংযোগে পারদ ও অক্সিজেন্ নামক দুইটী মূল-পদার্থে বিভক্ত হইয়া যায়, তাহা ইতি-পূর্ব্বেই পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণীকৃত হইয়াছে। আমরা যে লবণ প্রতি দিন খাদ্যের সহিত মিশ্রিত করিয়া ভক্ষণ করি, তাহাও একটী যৌগিক পদার্থ; রাসায়নিক-প্রক্রিয়া দ্বারা উহাকে সোডিয়ম্ (Sodium) ও ক্লোরিন্ (Chlorine) নামক দুইটী মূল-পদার্থে বিভক্ত করা যাইতে পারে। দুই বা ততোধিক মূল-পদার্থ রাসায়নিক শক্তি দ্বারা সম্মিলিত হইলে যৌগিক পদার্থ সৃষ্ট হয়।

এ পর্য্যন্ত ৮৩টী মূল-পদার্থ আবিষ্কৃত হইয়াছে; কিন্তু যৌগিক পদার্থের সংখ্যা করা যায় না। রসায়ন-বিজ্ঞানের উন্নতির সহিত বর্ত্তমান সময়ের আবিষ্কৃত মূল-পদার্থ গুলির কোন কোনটী যৌগিক পদার্থে পরিণত হওয়া অসম্ভব নহে।

মূল-পদার্থ সমূহ সাধারণতঃ দুই শ্রেণীতে, বিভক্ত, যথা—

১ম। ধাতু (Metals)।

২য়। অধাতু মূল-পদার্থ (Non-metals)।

স্বর্ণ, রেপ্য, দস্তা, পোটাসিয়ম্, প্ল্যাটিনম্, টিন্ প্রভৃতি ৬৩টী ধাতু। কতকগুলি বিশেষ বিশেষ গুণ বা ধর্ম্ম ইহাদের প্রত্যেকের মধ্যেই অল্প বা অধিক পরিমাণে লক্ষিত হয়। ধাতু মাত্রেই উত্তম তাপ ও তড়িৎ-পরিচালক (Good conductor of heat and electricity), ধাতব-ঔজ্জ্বল্য-সম্পন্ন (Lustrous), অস্বচ্ছ (Opaque) এবং উহারা প্রায়ই অধাতু-মূল-পদার্থ অপেক্ষা ওজনে ভারী; কিন্তু কতকগুলি অধাতু-মূল-পদার্থের মধ্যেও এই সকল লক্ষণ দেখিতে পাওয়া যায়—যেমন আর্সেনিক্ (Arsenic) ইত্যাদি। পারদ ব্যতীত সকল ধাতুই কঠিন (solid), পারদ তরল পদার্থ।

এ পর্য্যন্ত অধাতু মূল-পদার্থের সংখ্যা ১৫টী মাত্র ছিল; এক্ষণে আর্গন্

(Argon), হীলিয়ম্ (Helium), ক্রিপ্টন্ (Krypton), নীয়ন্ (Neon) এবং যীনন্ (Xenon) নামক পাঁচটী নূতন পদার্থ আবিষ্কৃত হইয়া ইহারা সংখ্যায় ২০টী হইয়াছে। ইহাদিগের মধ্যে কতকগুলি কঠিন, একটী তরল এবং অবশিষ্টগুলি বায়বীয় অবস্থায় অবস্থিতি করে। গন্ধক, আর্সেনিক্ প্রভৃতি মূল-পদার্থগুলি কঠিন, ব্রোমিন্ (Bromine) নামক মূল-পদার্থ টী তরল এবং অক্সিজেন্, হাইড্রোজেন্ প্রভৃতি মূল 'পদার্থগুলি বায়বীয় অবস্থায় অবস্থিতি করে।

পরমাণু ও অণু—(Atoms and Molecules)—কল্পনা দ্বারা মূল-পদার্থকে যতদূর সূক্ষ্মতম অংশে বিভক্ত করা যাইতে পারে, তাহার প্রত্যেকটীকে পরমাণু (Atom) কহে।

রাসায়নিক পণ্ডিতদিগের মত এই যে কোন মূল পদার্থের পরমাণু কদাচ একাকী থাকিতে পারে না। দুই বা ততোধিক পরমাণু একত্রে মিলিত হইয় অবস্থিতি করে; এইরূপ পরমাণুর সমষ্টিকে অণু (Molecule) কহে। অতএব দেখা যাইতেছে যে মূল-পদার্থের অণুর সূক্ষ্মতম অংশই পরমাণু। এত দিন পরমাণু অবিভাজ্য বলিয়া ধারণা ছিল; এক্ষণে স্থিরীকৃত হইয়াছে যে এক একটী পরমাণুও বহুসংখ্যক সূক্ষ্মতর অংশে বিভাজ্য। এই এক একটী সূক্ষ্মতর অংশকে ইলেক্‌ট্রন্ (Electron) কহে। ইলেক্‌ট্রন্‌গুলি তড়িৎযুক্ত থাকে এবং পদার্থ হইতে অবস্থাবিশেষে নির্গত হইয়া যাইতে পারে। নূতন আবিষ্কৃত রেডিয়ম্ (Radium) ধাতু ইহার উত্তম উদাহরণ স্থল।

যাবতীয় রাসায়নিক ক্রিয়া পরমাণুগণের পরস্পর মিলন দ্বারাই সংঘটিত হইয়া থাকে।

যৌগিক পদার্থের সূক্ষ্মাংশকেও অণু কহে; এই অণু দুই বা ততোধিক মূল-পদার্থের পরমাণুর সমষ্টি দ্বারা গঠিত।

সাঙ্কেতিক চিহ্ন (Chemical Symbols)—মূল-পদার্থের নাম প্রত্যেকবারে লিখিতে হইলে অসুবিধা হয় বলিয়া রাসায়নিক পণ্ডিতেরা কতকগুলি সাঙ্কেতিক চিহ্নের সৃষ্টি করিয়াছেন। এই চিহ্ন দেখিলেই মূল-পদার্থগুলি অনুমিত হয়। নামের আদ্যক্ষর অথবা প্রথম ও অন্ত একটী অক্ষর লইয়া এই সকল সাঙ্কেতিক চিহ্ন প্রস্তুত হইয়াছে। O অক্সিজেনের আদ্য

ক্ষর, O লিখিলেই অক্সিজেন্ বুঝায়। K লিখিলে পোটাসিয়ম্ নামক একটী ধাতু বুঝায়, এস্থলে K পোটাসিয়মের ল্যাটিন নাম ক্যালিয়মের (Kalium) প্রথম বর্ণ। জিঙ্ক্ (Zinc) লিখিতে হইলে Zn লিখিলেই চলে। মূল পদার্থের সাঙ্কেতিক চিহ্ন (Symbol) দ্বারা উহার একটী মাত্র পরমাণু, এবং হাইড্রোজেনের পরমাণুর তুলনায় উহার ভার কত, তাহাও নির্দ্দিষ্ট হইয়া থাকে।

একটী যৌগিক পদার্থের গঠন দেখাইতে হইলে যে যে মূল-পদার্থ দ্বারা উহা নির্ম্মিত, সেই সেই উপাদানগুলির সাঙ্কেতিক চিহ্ন পাশাপাশি করিয়া লিখিলে উহা বোধগম্য হইয়া থাকে। হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ একটী যৌগিক পদার্থ, ইহা হাইড্রোজেন্ (H) এবং ক্লোরিণ্ (Cl) এই দুই মূল-পদার্থের রাসায়নিক সংযোগে উৎপন্ন হইয়া থাকে; অতএব এই দুই মূল-পদার্থের সাঙ্কেতিক চিহ্ন পাশাপাশি করিয়া লিখিলেই হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ বুঝায়, যথা—HCl। যৌগিক পদার্থের সাঙ্কেতিক চিহ্নকে ফর্মিউলা (Fomula) বলে; এস্থলে HCl হাইড্রোক্লোরিক্ এসিডের ফর্মিউলা।

দুই বা ততোধিক মূল বা যৌগিক পদার্থের মধ্যে রাসায়নিক সংযোগ দেখাইতে হইলে পদার্থগুলির সাঙ্কেতিক চিহ্ন লিখিয়া মধ্যে একটী যোগ চিহ্ন (+) দিতে হয়; ইহাতে এই বুঝায় যে উক্ত পদার্থগুলির পরমাণু পরস্পর অতি সান্নিধ্যে থাকিয়া মিলিত হইতেছে। এইরূপ সংযোগকে ইংরাজীতে রাসায়নিক প্রতি-ক্রিয়া (Chemical re-action) কহে। রাসায়নিক প্রতি-ক্রিয়া দেখাইতে হইলে উপাদান ও উৎপন্ন পদার্থের মধ্যে একটী সম চিহ্ন (=) দিতে হয়, যথা—$H_2 + Cl_2 = 2HCl$। এস্থলে ইহাই বুঝাইতেছে যে হাইড্রোজেন্ ও ক্লোরিণের পরমাণু পরস্পর মিলিত হইয়া হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ (Hydrochloric Acid, HCl) উৎপাদন করে। এবম্বিধ রাসায়নিক সমীকরণ (Chemical equation) দ্বারা যাবতীয় রাসায়নিক প্রতি-ক্রিয়া প্রদর্শিত হইয়া থাকে।

পারমাণবিক গুরুত্ব (Atomic weight)—পরমাণু কল্পনাতীত সূক্ষ্ম হইলেও প্রত্যেকের কিয়ৎপরিমাণ ভার আছে; ইহাকেই পারমাণবিক গুরুত্ব কহে।

হাইড্রোজেন্ সর্ব্বাপেক্ষা লঘু বলিয়া অন্যান্য মূল পদার্থের পরমাণুর ভার

নির্দ্দেশের সময় ইহার পরমাণুই আদর্শ (Standard) বলিয়া গৃহীত হয়। হাইড্রোজেনের পরমাণুর ভার মোটামুটী ১ (H=১·০০৮). নির্দ্দিষ্ট হইয়া থাকে। এই ১ বলিলে কোন বিশেষ ওজনের পরিমাণ বুঝায় না।

অপরাপর মূল পদার্থের পরমাণুর ভার হাইড্রোজেনের পরমাণুর ভারের সহিত তুলনা করিয়া স্থিরীকৃত হইয়াছে। পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণিত হইয়াছে যে অক্সিজেনের পরমাণু হাইড্রোজেনের পরমাণু অপেক্ষা ১৬ গুণ ভারী, এজন্য অক্সিজেনের পারমাণবিক গুরুত্ব ১৬ বলিয়া নির্দ্দিষ্ট হয়। এই রূপ সকল মূল-পদার্থেরই এক একটী নির্দ্দিষ্ট পারমাণবিক গুরুত্ব আছে।

আণবিক গুরুত্ব (Molecular weight)—যৌগিক পদার্থ যে যে মূল-পদার্থ দ্বারা গঠিত, তাহাদিগের পরমাণু ভারের সমষ্টি দ্বারা উক্ত যৌগিক পদার্থের আণবিক গুরুত্ব নির্দ্দিষ্ট হইয়া থাকে। জল একটী যৌগিক পদার্থ; ২ পরমাণু হাইড্রোজেন্ ও ১ পরমাণু অক্সিজেন্ পরস্পর মিলিত হইলে জল প্রস্তুত হয়। জলের সাঙ্কেতিক চিহ্ন H_2O; হাইড্রোজেনের ২ পরমাণুর ভার ২ (১+১=২) এবং অক্সিজেনের ১ পরমাণুর ভার ১৬, সুতরাং জলের আণবিক গুরুত্ব ২+১৬=১৮।

মূল-পদার্থের তালিকা—নিম্নে ৮৩টী মূল-পদার্থের নাম, সাঙ্কেতিক চিহ্ন ও তাহাদিগের পারমাণবিক গুরুত্বের* তালিকা প্রদত্ত হইল।

১। অধাতু মূল-পদার্থ (Non-metals)।

মূল পদার্থ।	Elements.	বাঙ্গালা নাম।	সাঙ্কেতিক চিহ্ন।	পারমাণবিক গুরুত্ব। (H=১·০০৮)
* অক্সিজেন্	Oxygen	অম্লজন	O	১৬·০
* হাইড্রোজেন্	Hydrogen	উদজন,জলজন	H	১·০০৮
* নাইট্রোজেন্	Nitrogen	যবক্ষারজন	N	১৪·০০৮
* কার্ব্বন্	Carbon	অঙ্গার	C	১২·০০৫
* বোরণ্	Boron	টঙ্কনক	B	১০·৯

* ১৯২২ খৃষ্টাব্দে সংশোধিত।

মূল পদার্থ।	Elements.	বাঙ্গালা নাম।	সাঙ্কেতিক চিহ্ন।	পারমাণবিক গুরুত্ব। (H=১·০০৮).
* সিলিকন্	Silicon	সিকতক	Si	২৮·৯
* সল্‌ফর্	Sulphur	গন্ধক	S	৩২·০৬
সিলিনিয়ম্	Selenium	উপগন্ধক	Se	৭৯·২
টেলিউরিয়ম্	Tellurium	অনুপগন্ধক	Te	১২৭·৫
* ফস্‌ফরাস্	Phosphorus	প্রস্ফুরক, দীপক	P	৩১·০৪
* আর্সেনিক্	Arsenic	হরিতালজন	As	৭৪·৯৬
* ফ্লুওরিণ্	Fluorine	কাচান্তক	F	১৯·০
* ক্লোরিণ্	Chlorine	হরিতীন	Cl	৩৫.৪৬
* ব্রোমিন্	Bromine	পূতীন	Br	৭৯·৯২
* আইওডিন্	Iodine	অরুণক	I	১২৬·৯২
হীলিয়ম্	Helium		He	৪·০
আর্গণ্	Argon		A	৩৯·৯
ক্রিপ্‌টন্	Krypton		Kr	৮২·৯২
নীয়ন্	Neon		Ne	২০·২
ঝীনন্	Xenon		Xe	১৩০·২

২। ধাতু (Metals)।

মূল পদার্থ।	Elements.	বাঙ্গালা নাম।	সাঙ্কেতিক চিহ্ন।	পারমাণবিক গুরুত্ব। (H = ১.০০৮)
* পোটাসিয়ম্	Postasium	ক্ষারক	K	৩৯.১০
* সোডিয়ম্	Sodjum	লবণক	Na	২৩.০
লিথিয়ম্	Lithium		Li	৬.৯৪
লিউটেসিয়ম্	Lutecium		Lu	১৭৫.০
সীসিয়ম্	Cæsinm		Cs	১৩২.৮১
রুবিডিয়ম্	Rubidium		Rb	৮৫.৪৫
* বেরিয়ম্	Barium		Ba	১৩৭ ৩৭
* ষ্ট্রন্সিয়ম্	Strontium		Sr	৮৭.৬৩
* ক্যাল্সিয়ম্	Calcium	চূর্ণপ্রদ	Ca	৪০.০৭
* ম্যাগ্নেসিয়ম্	Magnesium	সুবঙ্গ	Mg	২৪.৩২
* এলুমিনিয়ম্	Aluminium	ফট্কিরিপ্রদ	Al	২৭.০
গ্যালিয়ম্	Gallium		Ga	৭০.১
জার্ম্মেনিয়ম্	Germanium		Ge	৭২.৫
গ্লুসিনম্	Glucinum		Gl	৯.১
জার্কোনিয়ম্	Zirconium		Zr	৯০.৬
থোরিয়ম্	Thorium		Te	২৩২.১৫
ইট্রিয়ম্	Yttrium		Yt	৮৯.৩৩
আর্ব্বিয়ম্	Erbium		Er	১৬৭.৭

মূল-পদার্থ	Elements.	বাঙ্গালা নাম।	সাঙ্কেতিক চিহ্ন।	পারমাণবিক গুরুত্ব। (H = ১·০০৮)
ইউরোপিয়ম্	Europium		Eu	১৫২·০
ইটার্বিয়ম্	Ytterbium		yb	১৭৩·৫
স্ক্যাণ্ডিয়ম্	Scandium		Sc	৪৫·১
সিরিয়ম্	Cerium		Ce	১৪০·২৫
ল্যান্থেনম্	Lanthanum		La	১৩৯·০
নিওডাইমিয়ম্	Neodymium		Nd	১৪৪·৩
কলম্বিয়ম্	Columbium		Cb	৯৩·১
* জিঙ্ক্	Zinc	দস্তা	Zn	৬৫·৩৭
* নিকেল্	Nickel		Ni	৫৮·৬৮
* কোবল্ট্	Cobalt		Co	৫৮·৯৭
* আয়রণ্	Iron	লৌহ	Fe	৫৫·৮৪
* ম্যাঙ্গানীজ্	Manganese		Mn	৫৪·৯৩
* ক্রোমিয়ম্	Chromium		Cr	৫২·০
* ক্যাড্মিয়ম্	Cadmium		Cd	১১২·৪
* ইউরেনিয়ম্	Uranium		U	২৩৮·২
ইণ্ডিয়ম্	Indium		In	১১৪·৮
* কপার্	Copper	তাম্র	Cu	৬৩·৫৭
ডিস্প্রোসিয়ম্	Disprosium		Dy	১৬২·৫
* বিস্মথ্	Bismuth		Bi	২০৯·০

মূল পদার্থ।	Elements.	বাঙ্গালা নাম।	সাঙ্কেতিক চিহ্ন।	পারমাণবিক গুরুত্ব। (H = ১·০০৮)
* লেড্	Lead	সীস	Pb	২০৭·২০
থ্যালিয়ম্	Thallium		Tl	২০৪·০
*টিন্	Tin	বঙ্গ বা রাং	Sn	১১৮·৭
* টিটানিয়ম্	Titanium		Ti	৪৮·৯
টান্টেলম্	Tantalum		Ta	১৮১·৫
মলিব্‌ডিনম্	Molybdenum		Mo	৯৬·০
* ট্যাঙ্গ্‌ষ্টেন্	Tungsten		W	১৮৪·০
ভ্যানেডিয়ম্	Vanadium		V	৫১·০
* এণ্টিমণি	Antimony	রসাঞ্জনপ্রদ	Sb	১২০·২
* মার্কারি	Mercury	পারদ	Hg	২০০·৬
* সিল্‌ভার্	Silver	রৌপ্য	Ag	১০৭·৮৮
* গোল্ড্	Gold	স্বর্ণ	Au	১৯৭·২
* প্লাটিনম্	Platinum	সিতকাঞ্চন	Pt	১৯৫·২
প্যালেডিয়ম্	Paladium		Pd	১০৬·৭
রেডিয়ম্	Radium		Rd	২২৬·৭
নাইটন্	Niton		Nt	২২২·৪
রোডিয়ম্	Rhodium		Rh	১০২·৯
রুথেনিয়ম্	Ruthenium		Ru	১০১·৭
অস্‌মিয়ম্	Osmium		Os	১৯০·৯

মূল-পদার্থ।	Elements.	বাঙ্গালা নাম।	সাঙ্কেতিক চিহ্ন।	পারমাণবিক গুরুত্ব। (H = ১·০০৮)
হোমিয়ম্	Hoimium		Ho	১৬৩·২
আইরিডিয়ম্	Iridium		Ir	১৯৩·0
প্রেসিওডাইমিয়ম্	Praseodymium		Pr	১৪০·৯
সামেরিয়ম্	Samarium		Sm	১৫০·৪
থুলিয়ম্	Thulium		Tm	১৬৯·৯
গেডোলিনিয়ম্	Gadolinium		Gd	১৫৫·৬
টার্বিয়ম্	Terbium		Tb	১৫৯·২

যে সকল নামের পূর্ব্বে (*) এই চিহ্ন আছে, পদার্থ-তত্ত্ব নিরূপণে তাহাদেরই ব্যবহার অধিকতর দেখিতে পাওয়া যায়।

কতকগুলি মূল-পদার্থ পৃথিবীর মধ্যে প্রচুর পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়; অপর কতকগুলি এত অল্প পরিমাণে দেখিতে পাওয়া যায় যে তাহাদিগের প্রকৃতি ও ধর্ম্ম সম্বন্ধীয় যাবতীয় তত্ত্ব এ পর্য্যন্ত সম্পূর্ণরূপে অবগত হইতে পারা যায় নাই। ভূ স্তর (Crust of the Earth) মধ্যে অক্সিজেন্ ও সিলিকন্ অত্যধিক পরিমাণে অবস্থিতি করে। প্রত্যেক ৯ ভাগ জলে ৮ ভাগ এবং প্রতি ৫ ভাগ বায়ুতে প্রায় ১ ভাগ অক্সিজেন্ দেখিতে পাওয়া যায়। উদ্ভিদ্ ও জীব দেহ মধ্যে কার্ব্বনের পরিমাণ সর্ব্বাপেক্ষা অধিক হইলেও হাইড্রোজেন্, নাইট্রোজেন্, অক্সিজেন্ প্রভৃতি অপরাপর মূল-পদার্থের পরিমাণও নিতান্ত অল্প নহে।

পূর্ব্বে যে সাঙ্কেতিক চিহ্নের উল্লেখ করা গিয়াছে, তদ্দ্বারা মূল পদার্থের যে কেবল উপলব্ধি হইয়া থাকে তাহা নহে, উহা দ্বারা মূল পদার্থের ১ পরমাণু ও উক্ত পরমাণুর ভারও নির্দ্দিষ্ট হইয়া থাকে। O লিখিলে যে শুদ্ধ অক্সিজেন্ বুঝায়, তাহা নহে, তৎসঙ্গে উহার এক পরমাণু এবং তাহার ভার ১৬ বুঝা গিয়া থাকে।

যদি সাঙ্কেতিক চিহ্নের নীচে কোন অঙ্কপাত থাকে, তাহা হইলে সাঙ্কেতিক চিহ্নোক্ত মূল পদার্থের কতকগুলি পরমাণু লইয়া রাসায়নিক সংযোগ উপস্থিত হয়, তাহাই নির্দ্দিষ্ট হইয়া থাকে। H_2O লিখিলে হাইড্রোজেনের ২ পরমাণু ১ পরমাণু অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়াছে বুঝায়।

রাসায়নিক মিলনের নিয়ম—পূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে যে, দুই বা ততোধিক মূল পদার্থ মিলিত হইয়া একটী রাসায়নিক যৌগিক উৎপাদন করে। মূল পদার্থগুলির পরস্পরের মধ্যে যে রাসায়নিক মিলন উপস্থিত হয়, তাহা চারিটী নির্দ্দিষ্ট নিয়মের অধীন। এই সকল নিয়মকে ইংরাজীতে Laws of Chemical Combination কহে। ইহাদিগের মধ্যে তিনটী নিয়ম আমরা এস্থলে সংক্ষেপে বর্ণনা করিব; ৪র্থ নিয়মটী যথাস্থানে বর্ণিত হইবে।

(১) প্রথম নিয়মটী (Law of Constant Proportions) এই—The same compound always contains the same elements combined together in the same proporation by weight অর্থাৎ কোন একটী রাসায়নিক যৌগিক যে সকল মূল পদার্থের সংযোগে উৎপন্ন হইয়াছে, উহার মধ্যে ঐ কয়টী মূল-পদার্থ ভিন্ন অন্য কোন মূল-পদার্থ থাকিতে পারে না এবং ঐ কয়টী মূল-পদার্থের প্রত্যেকটী একটী বিশেষ নির্দ্দিষ্ট ওজনে মিলিত হইয়া তন্মধ্যে অবস্থিতি করে। জল একটী যৌগিক পদার্থ, ইহা অক্সিজেন্ ও হাইড্রোজেন্ নামক দুইটী বায়বীয় মূল-পদার্থের রাসায়নিক সম্মিলনে উৎপন্ন। পূর্ব্বোক্ত নিয়মানুসারে পৃথিবীর যে কোন স্থানেরই জলের পরীক্ষা করা হউক না কেন, উহার মধ্যে অক্সিজেন্ ও হাইড্রোজেন্ ব্যতীত অপর কোন মূল-পদার্থ দৃষ্ট হইবে না এবং জলকে বিশ্লেষণ করিলে দেখা যাইবে যে অক্সিজেন্ ওজনে ৮ ভাগ এবং হাইড্রোজেন্ ওজনে ১ ভাগ পরস্পর মিলিত হইয়া জল উৎপন্ন হইয়াছে। ইহার কম বেশী পরিমাণে কখনই এই দুই মূল-পদার্থ মিলিত হইয়া জল উৎপাদন করিতে পারে না। ক্যাল্সিয়ম্ ধাতু ও অক্সিজেন্ মিলিত হইয়া চূণ প্রস্তুত হয়। চূণের সাঙ্কেতিক চিহ্ন CaO; ইহা লিখিলে এই বুঝায় যে ক্যাল্সিয়মের এক পরমাণু অক্সিজেনের এক পরমাণুর সহিত মিলিত হইয়া চূণ প্রস্তুত করে। ক্যাল্সিয়মের পরমাণুর ভার ৪০ এবং অক্সিজেনের পরমাণুর ভার ১৬; যখনই এতদুভয় পদার্থের রাসা-

য়নিক মিলন হয়, তখনই ওজনে একের ৪০ ভাগ ও অপরের ১৬ ভাগের সহিত অথবা এই দুই সংখ্যার অনুপাত অনুসারে (৪০ : ১৬) উভয়ের মিলন হইতেই হইবে, ইহার ন্যূনে ইহারা কখনই মিলিত হইতে পারে না এবং চূণের মধ্যে ক্যাল্‌সিয়ম্‌ ও অক্সিজেন্‌ ব্যতীত অপর কোন মূল পদার্থ থাকিতে পারে না।

(২) দ্বিতীয় নিয়মটী ইংরাজীতে Law of Multiple Proportions নামে পরিচিত। এই নিয়মটীর ইংরাজী সংজ্ঞা এই—When one element unites with another in two or more different proportions by weight, these proportions are simple multiples of a common factor. আমরা দেখিতে পাই যে, একটী মূল-পদার্থ অপর মূল-পদার্থের সহিত মিলিত হইয়া ভিন্ন ধর্ম্মাক্রান্ত একের অধিক যৌগিক প্রস্তুত করিতে পারে। এই সকল যৌগিকের গঠন পরীক্ষা করিলে দেখিতে পাই যে, কোন একটী মূল-পদার্থের ১,২,৩,৪,৫ বা ততোধিক পরমাণু একই পরিমাণ অপর মূল-পদার্থের সহিত মিলিত হওয়াতে এই সকল বিভিন্ন যৌগিকের উৎপত্তি হইয়াছে, যেমন SO_2 ও SO_3। এস্থলে একই পরিমাণ (অর্থাৎ ওজনে ৩২ ভাগ) গন্ধকের সহিত ৩২ (১৬×২) ও ৪৮ (১৬×৩) ভাগ অক্সিজেন্‌ যথাক্রমে মিলিত হইয়া ভিন্ন ধর্ম্মাক্রান্ত দুইটি যৌগিক প্রস্তুত করিয়াছে। অতএব দেখা যাইতেছে যে, পারমাণবিক গুরুত্বের সংখ্যা অথবা উহার যে কোন গুণিতক (Multiple) দ্বারা রাসায়নিক মিলন সংসাধিত হইতে পারে এবং গুণিতক ভেদে ভিন্ন ভিন্ন যৌগিক পদার্থের সৃষ্টি হইয়া থাকে। ইহার কারণ এই যে, পরমাণু ক্ষুদ্রতর অংশে বিভাজ্য নহে বলিয়া একটী আস্ত পরমাণু ভিন্ন পরমাণুর ভগ্নাংশ দ্বারা রাসায়নিক মিলন কখনই সংঘটিত হইতে পারে না।

অক্সিজেন্‌ ও নাইট্রোজেন্‌ মিলিত হইয়া যে সকল যৌগিক উৎপন্ন হয়, তাহারা ইহার উত্তম দৃষ্টান্তস্থল। ২৮ ভাগ ওজনের (অর্থাৎ ২ পরমাণু) নাইট্রোজেন্‌ ১৬ ভাগ ওজনের (অর্থাৎ ১ পরমাণু) অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া নাইট্রোজেন্‌ মনক্সাইড্‌ (Nitrogen monoxide, N_2O) প্রস্তুত হয়। ২৮ ভাগ ওজনের নাইট্রোজেনের সহিত ৩২ ভাগ ওজনের (অর্থাৎ ২ পরমাণু) অক্সিজেন্‌ মিলিত হইয়া নাইট্রোজেন্‌ ডাই-অক্সাইড্‌

(Nitrogen di-oxide, N_2O_2), প্রস্তুত হয়। এইরূপে ২৮ ভাগ ওজনের নাইট্রোজেনের সহিত ৪৮ ভাগ (৩ পরমাণু), ৬৪ ভাগ (৪ পরমাণু) এবং ৮০ ভাগ (৫ পরমাণু) ওজনের অক্সিজেন্ মিলিত হইয়া যথাক্রমে নাইট্রোজেন্ ট্রাইঅক্সাইড্ (Nitrogen trioxide, N_2O_3), নাইট্রোজেন্ টেট্রক্সাইড্ (Nitrogen tetroxide, N_2O_4) এবং নাইট্রোজেন্ পেণ্টক্সাইড্ (Nitrogen pentoxide, N_2O_5) নামক আরও তিনটী ভিন্ন ভিন্ন যৌগিক পদার্থ উৎপন্ন হইয়া থাকে। এস্থলে দেখা যাইতেছে যে, একই পরিমাণ (অর্থাৎ ওজনে ২৮ ভাগ) নাইট্রোজেনের সহিত অক্সিজেন্ স্বীয় পারমাণবিক গুরুত্বের (অর্থাৎ ১৬র) ১, ২, ৩, ৪ ও ৫ গুণ পরিমাণে যথাক্রমে মিলিত হইয়াছে, যথা :—

	নাইট্রোজেন্।	অক্সিজেন্।
N_2O	২৮ ভাগ	১৬ (১৬ × ১) ভাগ
N_2O_2	২৮ ভাগ	৩২ (১৬ × ২) ভাগ
N_2O_3	২৮ ভাগ	৪৮ (১৬ × ৩) ভাগ
N_2O_4	২৮ ভাগ	৬৪ (১৬ × ৪) ভাগ
N_2O_5	২৮ ভাগ	৮০ (১৬ × ৫) ভাগ

পরমাণুর ভগ্নাংশ হয় না বলিয়া অক্সিজেন্ স্বীয় পারমাণবিক গুরুত্বের ১½, ২¼ বা ৩¼ প্রভৃতি কোন ভগ্নাংশের পরিমাণে নাইট্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া রাসায়নিক যৌগিক প্রস্তুত করিতে পারে না। ইহার উপরেই ড্যাল্টনের প্রসিদ্ধ পরমাণু-বাদ (Atomic Theory) প্রতিষ্ঠিত। এই দুইটী নিয়মই রসায়ন-বিজ্ঞানের অচল ভিত্তিস্বরূপ; যাবতীয় রাসায়নিক-ক্রিয়া ইহাদের দ্বারা নিয়ন্ত্রিত।

ড্যাল্টনের পরমাণু-বাদ (Dalton's Atomic Theory)—ড্যাল্টনের মতে মূল-পদার্থ সমূহ যে পরমাণুসমষ্টি দ্বারা গঠিত, তাহাদিগকে আর সূক্ষ্মাংশে ভাগ করা যায় না। যখনই দুই বা ততোধিক মূল পদার্থের মধ্যে রাসায়নিক মিলন উপস্থিত হয়, তখনই উঁহাদিগের পরমাণুগুলি পরস্পর মিলিত হইয়া থাকে। পরমাণুগুলির রাসায়নিক আকর্ষণ-শক্তির (Chemical affinity) গুণেই তাহারা পরস্পর নিকটবর্ত্তী হইয়া মিলিত হয় এবং বিবিধ রাসায়নিক

যৌগিক প্রস্তুত করে। তিনি আরও বলেন যে, ভিন্ন ভিন্ন মূল-পদার্থের পরমাণুর ভিন্ন ভিন্ন ভার আছে এবং তাহারা তাহাদিগের পরমাণুর ভারের (পারমাণবিক গুরুত্বের) অনুপাত অনুসারে পরস্পর মিলিত হয়; সেইজন্ত মূল-পদার্থের পারমাণবিক গুরুত্বের সংখ্যাকে উক্ত পদার্থের সাংযোগিক সংখ্যাও (Combining number) বলা যায়। পরমাণু ক্ষুদ্রতর অংশে বিভক্ত হয় না বলিয়া পরমাণুর ভগ্নাংশ দ্বারা রাসায়নিক মিলন সংসাধিত হইতে পারে না। যখনই দুইটী মূল-পদার্থের রাসায়নিক মিলন উপস্থিত হয়, তখনই তাহাদিগের একের পরমাণু অপরের এক, দুই বা ততোধিক পরমাণুর সহিত একত্রে সম্মিলিত হইয়া ভিন্ন ভিন্ন যৌগিক প্রস্তুত করে।

(৩) তৃতীয় নিয়মটীকে ইংরাজীতে Law of Reciprocal Proportions কহে। দুইটী মূল-পদার্থ তৃতীয় মূল-পদার্থের সহিত যে নির্দ্দিষ্ট পরিমাণে মিলিত হয়, তাহারা উভয়ে পরস্পর মিলিত হইবার সময়ে ঐ একই পরিমাণে অথবা উহাদিগের গুণিতকের অনুপাত অনুসারে মিলিত হইয়া থাকে। ইংরাজীতে এই নিয়মের সংজ্ঞা এই :—The weights of different elements which combine separately with one and the same weight of another element are either the same, or are simple multiples of the weights of these different elements which combine with each other. সোডিয়ম্ ধাতু ওজনে ২৩ ভাগ, ৩৫·৫ ভাগ ওজনের ক্লোরিণ্ গ্যাসের সহিত এবং ১২৭ ভাগ ওজনের আইওডিনের সহিত মিলিত হয়। এক্ষণে ক্লোরিণ্ ও আইওডিন্ যখন পরস্পর মিলিত হইবে, তখন ৩৫·৫ ভাগ ওজনের ক্লোরিণ্ ১২৭ ভাগ ওজনের আইওডিনের সহিত মিলিত হইতেই হইবে, ইহার কম বেশী পরিমাণে ইহারা উভয়ে কখনই মিলিত হইতে পারে না।

দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ।

অক্সিজেন্ (Oxygen)।

সাঙ্কেতিক চিহ্ন O. পারমাণবিক গুরুত্ব ১৬।

১৭৭৪ খ্রীষ্টাব্দে বিজ্ঞানবিদ্ প্রিষ্টলী (Priestley) এবং ১৭৭৫ খ্রীষ্টাব্দে সীল্ (Scheele) স্বাধীনভাবে এই মূল-পদার্থ আবিষ্কার করেন।

অক্সিজেন্ পৃথিবীর অধিকাংশ পদার্থের উপাদান এবং অপরাপর মূল-পদার্থ অপেক্ষা অধিক পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়। পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে যে; ভূ-স্তর মধ্যে শতকরা ৪৪ হইতে ৪৮ ভাগ, জলে ৯ ভাগের মধ্যে ৮ ভাগ এবং বায়ুতে ৫ ভাগের মধ্যে প্রায় ১ ভাগ অক্সিজেন্ বিদ্যমান আছে।

প্রস্তুতকরণ-প্রণালী।—বায়ু মধ্যে অক্সিজেন্ মুক্ত অবস্থায় থাকিলেও উহাকে সহজে পৃথক্ করা যায় না; তাহার কারণ এই যে, বায়ুর অপর উপাদান নাইট্রোজেন্ অন্য পদার্থের সহিত সহজে মিলিত হয় না। কতকগুলি অক্সিজেন্-ঘটিত পদার্থ হইতে আমরা অক্সিজেন্‌কে সহজে পৃথক্ করিতে পারি; এই সকল পদার্থের মধ্যে লোহিত পারদ অক্সাইড্ এবং ক্লোরেট্ অফ্ পটাশ নামক দুইটী পদার্থ প্রধান।

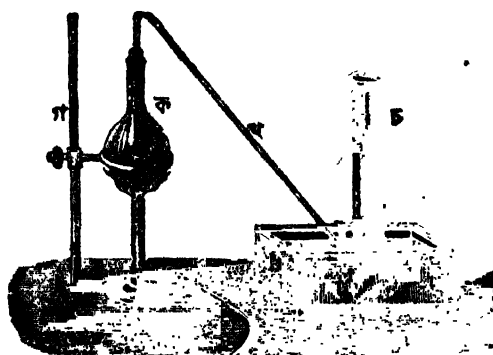
১ম। লোহিত পারদ অক্সাইড্ উত্তাপ সংযোগে বিশ্লিষ্ট হইয়া অক্সিজেন্ উৎপাদন করে (৩৯ পরীক্ষা দেখ)।

২য়। ক্লোরেট্ অফ্ পটাশে উত্তাপ প্রয়োগ করিলে উহা বিশ্লিষ্ট হইয়া অক্সিজেন্ নির্গত হয়।

৬০ পরীক্ষা।—একটী পরীক্ষা-নলের মধ্যে ক্লোরেট্ অফ্ পটাশের চূর্ণ রাখিয়া উত্তাপ প্রয়োগ কর; পদার্থটী দ্রব হইয়া ফুটিতে থাকিবে এবং উহা হইতে একটী অদৃশ্য গ্যাস্ নির্গত হইবে। এক্ষণে একটী অগ্নিমুখ দীপশলাকা উক্ত পরীক্ষা-নলের মধ্যে নিমজ্জিত কর; উহা পুনঃ প্রজ্বলিত হইবে।

ক্লোরেট্ অফ্ পটাশ্ উত্তাপ সংযোগে বিশ্লিষ্ট হইয়া যে অক্সিজেন্ উৎপাদন করে, তাহারই সংস্পর্শে অগ্নিমুখ দীপ-শলাকা পুনঃ প্রজ্বলিত হইয়া উঠে।

ম্যাঙ্গানীজ্ ডাই-অক্সাইড্ (Manganese di-oxide, MnO_2) নামক কৃষ্ণবর্ণ যৌগিক পদার্থ ম্যাঙ্গানীজ্ ধাতু ও অক্সিজেনের মিলনে উৎপন্ন। এই পদার্থের ১ ভাগ, ৪ ভাগ ক্লোরেট্ অফ্ পটাশের সহিত মিশ্রিত করিলে সামান্য উত্তাপেই ক্লোরেট্ হইতে অক্সিজেন্ নির্গত হইয়া থাকে, এজন্য অক্সিজেন্ প্রস্তুত কালে এই দুই পদার্থ একত্রে মিশ্রিত হইয়া ব্যবহৃত হয়। এই প্রক্রিয়াতে ম্যাঙ্গানীজ্ ডাই-অক্সাইডের কোন পরিবর্ত্তন সংঘটিত হয় না, অথচ ইহা ক্লোরেটের সহিত মিশ্রিত থাকিবার জন্য তাপ সংযোগে উক্ত পদার্থের রাসায়নিক বিশ্লেষণ সহজে সংঘটিত হইয়া থাকে। ইংরাজীতে এইরূপ প্রক্রিয়াকে ক্যাটালিসিস্ (Catalysis) কহে এবং ম্যাঙ্গানীজ্ ডাই-অক্সাইডের ন্যায় যে সকল পদার্থ দ্বারা এই কার্য্য সম্পাদিত হয়, তাহাদিগকে ক্যাটালিষ্ট্ (Catalyst) কহে।

৬১ পরীক্ষা।—একটী কাচ-কুপীর (৫৫ চিত্র, ক) ক্লোরেট্ অফ্ পটাশ্ ও ম্যাঙ্গানীজ্ ডাই-অক্সাইড্ পূর্ব্বোক্ত পরিমাণে মিশ্রিত করিয়া রাখ। একটী বক্র কাচ-নল (খ) সংযুক্ত ছিপির দ্বারা কুপীর মুখ বন্ধ করিয়া রাখ। লৌহ নির্ম্মিত রিটর্ট্ ষ্ট্যাণ্ডের (গ)

৫৫ চিত্র।

উপর কুপীটি স্থাপন করিয়া নিম্নদেশে স্পিরিট্ বা গ্যাস্ বাতি দ্বারা উত্তাপ প্রয়োগ কর। একটী আয়তাকার লম্বমান কাচ-পাত্রে (চ) জল পূরিয়া অপর একটী জলপূর্ণ পাত্র (ছ) মধ্যে নিম্নমুখ করিয়া নিমজ্জিত কর। উত্তাপ প্রয়োগে প্রথমতঃ কাচ-কুপীর মধ্যস্থিত বায়ু নির্গত হইয়া যাইবে; পরে যখন বক্র নল দিয়া বিশুদ্ধ অক্সিজেন্ নির্গত হইতে থাকিবে (অর্থাৎ

যখন একটী অগ্নিমুখ দীপ-শলাকা নলের মুখে ধারণ করিলে উহা জ্বলিয়া উঠিবে), তখন উক্ত নল নিম্নমুখ জলপূর্ণ পাত্রের (চ) মধ্যে প্রবেশ করাও। অক্সিজেন্ গ্যাস্ জলকে স্থানচ্যুত করিয়া বুদ্বুদাকারে উক্ত পাত্রের মধ্যে সঞ্চিত হইবে।

৩য়। বেরিয়ম্ ডাই-অক্সাইড্ (Barium di-oxide, BaO_2) নামক পদার্থের সাহায্যে আমরা বায়ু হইতে অক্সিজেন্‌কে পৃথক্ করিয়া লইতে পারি। এই পদার্থ অত্যধিক উত্তপ্ত হইলে ইহা হইতে ১ পরমাণু অক্সিজেন্ বহির্গত হইয়া যায় এবং উহা বেরিয়ম্ মনক্সাইডে (BaO) পরিণত হয়, যথা $BaO_2 = BaO + O$। বেরিয়ম্ মনক্সাইড্ অপেক্ষাকৃত শীতল হইলে বায়ু হইতে অক্সিজেন্ গ্রহণ করিয়া পুনরায় বেরিয়ম্ ডাই-অক্সাইডে পরিণত হয়। এক্ষণে অধিক উত্তাপ প্রয়োগ করিলে BaO_2 পুনরায় বিশ্লিষ্ট হইয়া অক্সিজেন্ প্রদান করে। এইরূপে আমরা একই পরিমাণ বেরিয়ম্ ডাই-অক্সাইড্ হইতে, যত ইচ্ছা, অক্সিজেন্ প্রস্তুত করিতে পারি। তাপ কম বেশী না করিয়া শুদ্ধ বায়ু-চাপ (Pressure) কম বেশী করিলেও এই ক্রিয়া সংঘটিত হইতে পারে।

৪র্থ। ম্যাঙ্গানীজ্ ডাই-অক্সাইড্ প্রভৃতি কতকগুলি পার্-অক্সাইড্ নামক যৌগিক উত্তপ্ত হইলে অক্সিজেন্ প্রদান করে।

অক্সিজেন্ প্রস্তুত করিবার অন্যান্য অনেক প্রণালী আছে, বাহুল্য ভয়ে এ পুস্তকে তাহার উল্লেখ করা গেল না।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম (Properties)—অক্সিজেন্ রূপ, গন্ধ ও স্বাদহীন, অদৃশ্য, বায়বীয় পদার্থ। বায়ু অপেক্ষা ইহা কিঞ্চিদধিক (১.১০৫৬ গুণ) ভারী। সহজ বায়ু-চাপের ৫৮ গুণ অধিক চাপে এবং ১২৮.৮°C তাপ-মাত্রায় শৈত্য সংযুক্ত করিয়া অক্সিজেন্‌কে বায়বীয় অবস্থা হইতে তরলাবস্থায় পরিণত করা হইয়াছে।

অক্সিজেনের প্রধান কার্য্য এই যে ইহা দহন-কার্য্যের সহায়তা করে, এজন্য ইংরাজীতে ইহাকে দাহক (Supporter of combustion) কহে। ইহা দাহ্য পদার্থ নহে অর্থাৎ অগ্নি সংযোগে জ্বলে না। কাঠ, পাতুরে কয়লা প্রভৃতি নানাবিধ দাহ্য পদার্থ যখন দগ্ধ হইতে থাকে, তখনই বায়ু-মধ্যস্থিত অক্সিজেনের সহিত উক্ত পদার্থ সমূহ স্থিত হাইড্রোজেন্ ও

অঙ্গারাংশের রাসায়নিক সম্মিলন উপস্থিত হয় এবং সেই সম্মিলন এরূপ প্রবলভাবে সম্পন্ন হয় যে, তাহাতে উত্তাপ ও আলোক উৎপন্ন হইয়া থাকে। বায়ু মধ্যে অক্সিজেন্ না থাকিলে কাঠ, কয়লা প্রভৃতি কোন বস্তুই দগ্ধ হইতে পারিত না। অক্সিজেন্ একটী তেজস্কর দাহক পদার্থ।

প্রতি ৫ ভাগ বায়ুতে ১ ভাগ মাত্র অক্সিজেন্ আছে, বায়ুর অবশিষ্ট ৪ ভাগ নাইট্রোজেন্ নামক অপর একটী বায়বীয় মৌলিক পদার্থ। নাইট্রোজেন্ নিজে দাহক বা দাহ্য পদার্থ নহে, তবে বায়ু মধ্যে অক্সিজেনের সহিত মিশ্রিত থাকিবার কারণ এই যে, এতদ্দারা অক্সিজেনের প্রচণ্ড দাহিকা শক্তির মৃদুত্ব সংসাধিত হয়। যদি বায়ুর উপাদান শুদ্ধ অক্সিজেন্ হইত, তাহা হইলে যাবতীয় দাহ্য পদার্থ অগ্নি সংযোগে অল্প কালের মধ্যেই ভস্মীভূত হইয়া যাইত। জীব দেহের মধ্যে অক্সিজেন্ সংযোগে নিরন্তর মৃদু দহন-ক্রিয়া (Slow combustion) সংসাধিত হইতেছে; আমাদের শারীরিক উত্তাপ এই দহন-প্রক্রিয়ার ফল মাত্র। যদি বায়ুতে অক্সিজেন্ ব্যতীত আর কিছু না থাকিত, তাহা হইলে দেহাভ্যন্তরস্থ দহন-ক্রিয়া সতেজে সম্পাদিত হইয়া শরীর এত শীঘ্র ক্ষয়প্রাপ্ত হইত যে, অতি অল্প কালের মধ্যেই আমাদিগের জীব-লীলা শেষ হইয়া যাইত।

অক্সিজেনের সহিত অন্য পদার্থের রাসায়নিক সংযোগে যে ক্রিয়া উপস্থিত হয়, তাহাকে অক্সিজেন্ সংযোগ (Oxidation) কহে। এরূপ স্থলে যখন উত্তাপ ও আলোক উদ্ভূত হয়, তখন তাহাকে দহন-প্রক্রিয়া (Combustion) কহে।

কতকগুলি পদার্থ সহজ তাপ-মাত্রায় অক্সিজেনের সহিত মিলিত হয়। পূর্ব্বে যে লৌহের উপর মড়িচা সংলগ্ন হইবার কথার উল্লেখ করা গিয়াছে, তাহা এই বিষয়ের উত্তম দৃষ্টান্ত স্থল। পোটাসিয়ম্, সোডিয়ম্ প্রভৃতি কতিপয় ধাতু সহজ উত্তাপেই অক্সিজেনের সহিত মিলিত হয়, কিন্তু উত্তাপ ব্যতীত অক্সিজেনের সহিত অধিকাংশ পদার্থের রাসায়নিক সম্মিলন উপস্থিত হয় না। যে সকল পদার্থ বায়ু মধ্যে দগ্ধ হয় কিম্বা সহজে দগ্ধ হয় না, বিশুদ্ধ অক্সিজেন্ সংযোগে তাহাদিগের দহন কার্য্য সতেজে সম্পন্ন হইয়া থাকে, কারণ বায়ুর মধ্যে অক্সিজেনের পরিমাণ এক পঞ্চমাংশের অধিক নহে। পশ্চাদ্বর্ণিত পরীক্ষা দ্বারা ইহা প্রমাণিত হইবে।

৬২ পরীক্ষা।—একটী বক্রমুখ তাম্রতারে ছোট মোমবাতি বিদ্ধ করিয়া প্রজ্বলিত করতঃ অক্সিজেন্-পূর্ণ বোতলের মধ্যে প্রবেশ করাও। বর্ত্তিকা অধিকতর উজ্জ্বল আলোক নিঃসরণ করিয়া জ্বলিতে থাকিবে।

৬৩ পরীক্ষা।—প্রজ্বলিত বর্ত্তিটী নির্ব্বাপিত করিয়া অগ্নিমুখ থাকিতে থাকিতে অক্সিজেনের বোতলের মধ্যে প্রবেশ করাও; বর্ত্তিটী পুনঃ প্রজ্বলিত হইবে।

৬৪ পরীক্ষা।—একখণ্ড কয়লা তারে বাঁধিয়া দাপালোকে লোহিতোত্তপ্ত করতঃ অক্সিজেনপূর্ণ বোতলের মধ্যে নিমজ্জিত কর; কয়লাখণ্ড অধিকতর তেজের সহিত পুড়িতে থাকিবে।

৬৫ পরীক্ষা।—দীর্ঘ বাঁট যুক্ত-তেলের পলার ন্যায় একটী পাত্রে (Deflagrating spoon, ৫৬ চিত্র, খ) গন্ধক জ্বালাইয়া অক্সিজেনের বোতলে (ক) নিমজ্জিত কর, গন্ধক উজ্জ্বল নীল বর্ণের আলোক নিঃসৃত করিয়া জ্বলিতে থাকিবে।

৫৬ চিত্র।

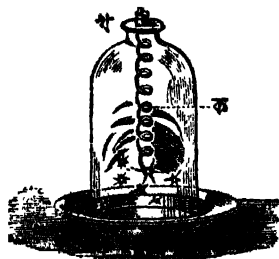
৬৬ পরীক্ষা।—পূর্ব্বোক্ত পাত্রে (৫৬ চিত্র, খ) ক্ষুদ্র একখণ্ড ফস্‌ফরাস্ রাখিয়া অগ্নি সংযোগ করতঃ অক্সিজেন্‌পূর্ণ বোতলে (ক) নিমজ্জিত কর; ফস্‌ফরাস্ দৃষ্টি-সন্তাপক তীব্র আলোক নিঃসরণ করিয়া জ্বলিতে থাকিবে এবং বোতলের মধ্যে শ্বেতবর্ণ ধুম সঞ্চিত হইবে।

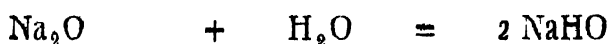
৬৭ পরীক্ষা।—ম্যাগ্নেসিয়ম্ ধাতুর একটী তার দীপ শিখায় জ্বালাইয়া অক্সিজেনের বোতলে প্রবেশ করাও, অতীব উজ্জ্বল আলোক নিঃসৃত করিয়া ম্যাগ্নেসিয়মের তার পুড়িতে থাকিবে।

৬৮ পরীক্ষা।—ঘড়ির স্প্রিংয়ের ন্যায় পাকান একখণ্ড লৌহ তারের (৫৭ চিত্র, ক) এক মুখে দ্রবীভূত গন্ধক সংলগ্ন করিয়া অগ্নি সংযোগ করিলে গন্ধক জ্বলিতে থাকে, কিন্তু লৌহের তার পুড়ে না। এক্ষণে এই জ্বলন্ত-মুখ তারটী (খ) অক্সিজেনের বোতলে নিমজ্জিত কর; প্রবল তেজের সহিত উহা দগ্ধ হইতে থাকিবে এবং লোহিতবর্ণ গলিত লৌহ চতুর্দ্দিকে বিক্ষিপ্ত হইয়া সুন্দর দৃশ্য উৎপাদন করিবে।

৫৭ চিত্র

একটী পুরু কাচের বোতলের মধ্যে এই পরীক্ষা করিতে হয়, নতুবা বোতলটী ভাঙ্গিয়া যাইবার সম্ভাবনা।

অক্সাইড্ যৌগিক (Oxides)—ফ্লুওরিণ (Fluorine) ব্যতীত

প্রায় অপর সকল মূল-পদার্থের সহিত অক্সিজেন্ মিলিত হইয়া অক্সাইড্ নামক যৌগিক পদার্থ প্রস্তুত করে। যে সকল ধাতুর অক্সাইড্ জলের সহিত মিলিত হয়, তাহাদিগকে হাইড্রক্সাইড্ (Hydroxide) কহে, যথা—

$$Na_2O + H_2O = 2\,NaHO$$

অক্সাইড্ অফ্ সোডিয়ম্ + জল = সোডিয়ম্ হাইড্রক্সাইড্।

অক্সাইড্গুলি তিন শ্রেণীতে বিভক্ত; যথা—

১ম। দ্রাবকোৎপাদক অক্সাইড্ (Acid-forming oxide)।

২য়। বেসিক্ অক্সাইড্ (Basic oxide)।

৩য়। পার্ অক্সাইড্ (Peroxide)।

দ্রাবকোৎপাদক অক্সাইড্—অধাতু-মূল-পদার্থদিগের প্রায় সকল অক্সাইড্ই দ্রাবকোৎপাদক অক্সাইড্ অর্থাৎ উহারা জলের সহিত মিশ্রিত হইয়া ভিন্ন ভিন্ন দ্রাবক উৎপাদন করে।

৬৯ পরীক্ষা।—পূর্ব্বে যে দুইটী বোতলে গন্ধক ও ফস্ফরাস্ পোড়ান হইয়াছে (৬৫ ও ৬৬ পরীক্ষা দেখ), তন্মধ্যে নীলবর্ণ লিট্মসের দ্রাবণ ঢালিয়া উত্তমরূপে আলোড়ন কর; উক্ত দ্রাবণ লোহিতবর্ণ ধারণ করিবে।

ইহার কারণ এই যে, গন্ধক ও ফস্ফরাস্ অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া যে সকল অক্সাইড্ প্রস্তুত করিয়াছে, তাহারা দ্রাবক ধর্ম্ম বিশিষ্ট।*

বেসিক্ অক্সাইড্—বেসিক্ অক্সাইড্ দিগের মধ্যে কতকগুলি ক্ষার-ধর্ম্ম-সম্পন্ন (Alkaline) এবং অপর গুলি ক্ষার বা অম্ল ধর্ম্ম বিশিষ্ট নহে (Neutral)।

৭০ পরীক্ষা। ইতিপূর্ব্বে যে বোতলে ম্যাগ্নেসিয়ম্ ধাতুর তার দগ্ধ করা হইয়াছে (৬৭ পরীক্ষা দেখ), তাহা পরীক্ষা করিলে তন্মধ্যে এক প্রকার শ্বেতবর্ণ পদার্থ দগ্ধাবশিষ্ট থাকিতে দেখা যায়। এই পদার্থকে ম্যাগ্নেসিয়ম্ অক্সাইড্ কহে। উহা ম্যাগ্নেসিয়ম্ ধাতুর সহিত অক্সিজেনের রাসায়নিক সম্মিলনে উৎপন্ন। লোহিত লিট্মসের দ্রাবণ অল্প পরিমাণে এই বোতলের মধ্যে ঢালিয়া উত্তমরূপে আলোড়ন কর, দ্রাবণটী অল্প নীলবর্ণ ধারণ করিবে। ইহা দ্বারা ম্যাগ্নেসিয়ম্ অক্সাইড্ নামক বেসিক্ অক্সাইড্টী যে সামান্য ক্ষার ধর্ম্ম সম্পন্ন, তাহাই প্রমাণিত হয়।

* দ্রাবক সংযোগে নীল লিট্মসের দ্রাবণ লোহিতবর্ণ এবং ক্ষার সংযোগে লোহিত লিট্মসের দ্রাবণ নীলবর্ণ ধারণ করে।

পোটাসিয়ম্ ও সোডিয়ম্ ধাতুর অক্সাইড্ গুলি উগ্র ক্ষার-ধর্ম্ম-সম্পন্ন, এ কারণ এই দুইটী ধাতুকে ক্ষার-ধাতু (Alkali metals) কহে।

বেসিক্ অক্সাইড্ গুলি দ্রাবকের সহিত সহজে মিলিত হইয়া দ্রাবক ভেদে নানাবিধ লবণ প্রস্তুত করে। জিঙ্ক্ অক্সাইডের সহিত সল্‌ফিউরিক্ এসিডের রাসায়নিক সম্মিলন উপস্থিত হইয়া জিঙ্ক্ সল্‌ফেট্ (Zinc Sulphate) নামক লবণ প্রস্তুত হয়।

পার্ অক্সাইড—এই শ্রেণীর অক্সাইড সমূহে পূর্ব্বোক্ত দুই শ্রেণীর অক্সাইড্ অপেক্ষা অক্সিজেনের পরিমাণ অধিক থাকে; ইহাদিগকে দগ্ধ করিলে অক্সিজেন্ নির্গত হয়। ম্যাঙ্গানীজ্ ডাই-অক্সাইড্, লেড্ ডাই-অক্সাইড্ (PbO_2) প্রভৃতি এক একটী পার্-অক্সাইড্। পার্-অক্সাইড্ দিগের সহিত উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে অক্সিজেন্ গ্যাস্ নির্গত হয়, এবং উগ্র হাইড্রোক্লোরিক্ এসিডের সহিত মিশ্রিত হইয়া উত্তপ্ত হইলে ক্লোরিণ্ গ্যাস্ উৎপন্ন হয়।

দ্রাবক (Acids)।

দ্রাবকোৎপাদক অক্সাইড্ দিগের সহিত জল মিশ্রিত হইলে ভিন্ন ভিন্ন দ্রাবক উৎপন্ন হইয়া থাকে। দ্রাবকগুলি দুই শ্রেণীতে বিভক্ত—

(১) খনিজ দ্রাবক (Inorganic or Mineral acids)।

(২) অর্গানিক্ দ্রাবক (Organic acids)।

হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্, সল্‌ফিউরিক্ এসিড্, নাইট্রিক্ এসিড্ ইত্যাদি খনিজ এবং সাইট্রিক্ এসিড্, টার্টারিক্ এসিড্ প্রভৃতি অর্গানিক্ দ্রাবক। সকল দ্রাবকেই সাধারণতঃ নিম্নলিখিত ধর্ম্ম লক্ষিত হইয়া থাকে—

(ক) আস্বাদন করিলে অম্লতা বোধ হয়।

(খ) নীলবর্ণ একখণ্ড লিট্মস্ কাগজ দ্রাবক মধ্যে নিমজ্জিত হইলে উহা লোহিতবর্ণ ধারণ করে।

(গ) যে কোন কার্ব্বনেটের সহিত মিশ্রিত হইলে স্ফুটন (Effervescence) হইয়া কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ নির্গত হয়।

(ঘ) ফিনল্‌থ্যালিন্ (Phenolphthalin) নামক পদার্থের দ্রাবণে ক্ষার

পদার্থ মিশ্রিত হইলে যে গোলাপী বর্ণ উৎপন্ন হয়, তাহা দ্রাবক সংস্পর্শে বর্ণহীন হইয়া যায়।

(চ) মিথিল্ অরেঞ্জ * (Methyl orange) নামক পদার্থের দ্রাবণ দ্রাবক সংযোগে লোহিতবর্ণ ধারণ করে।

বেস্ (Base)।

যে পদার্থ কোন একটি দ্রাবকের সহিত মিলিত হইয়া দ্রাবকের ধর্ম্ম সম্পূর্ণ রূপে নষ্ট করতঃ নূতন ধর্ম্মসম্পন্ন একটী পদার্থের সৃষ্টি করে, তাহাকে বেস্ কহে। সচরাচর ধাতুর অক্সাইড্ গুলি বেস্ নামে অভিহিত।

ক্ষার-পদার্থ –(Alkali)—ধাতুর অক্সাইডের মধ্যে যেগুলি জলে দ্রবণীয়, তাহারা ক্ষার-ধর্ম্মাক্রান্ত (Alkaline) এবং ক্ষার নামে অভিহিত। ইহাদিগের মধ্যে পোটাসিয়ম্, সোডিয়ম্, ক্যাল্সিয়ম্ ও বেরিয়ম্ ধাতুর অক্সাইড্ সর্ব্ব প্রধান। এই অক্সাইড্ গুলি ক্ষতকারী ক্ষার (Caustic alkalis) অর্থাৎ শরীরের কোন স্থানে অধিকক্ষণ লাগাইলে প্রদাহ ও ঘা হয়; উগ্র লাইকার্ এমোনিয়া ও একটী ক্ষতকারী ক্ষার। ক্ষার পদার্থদিগের মধ্যে সাধারণতঃ নিম্ন-লিখিত ধর্ম্ম পরিলক্ষিত হয়—

(ক) ইহারা বিস্বাদ, মুখে দিলে বমনোদ্রেক হয়।

(খ) লাল লিট্মস্ কাগজ ইহাদিগের সংস্পর্শে নীলবর্ণ হয়।

(গ) হরিদ্রা মাখান কাগজ (Turmeric paper*) ইহাদিগের সংস্পর্শে মেটে লালবর্ণ (Brown) ধারণ করে।

(ঘ) ফিনল্থ্যালিনের* বর্ণহীন দ্রাবণ ক্ষার সংযোগে গোলাপীবর্ণ ধারণ করে।

(চ) মিথিল্ অরেঞ্জের দ্রাবণে দ্রাবক সংযোগে যে লোহিতবর্ণ উৎপন্ন হয়, তাহা ক্ষার সংযোগে নষ্ট হইয়া যায়।

লবণ (Salts)।

ইতিপূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে যে, দ্রাবকের সহিত বেসের মিলন উপস্থিত হইয়া

---

* লিটমসের ন্যায় ইহারাও বর্ণ পরিবর্ত্তন করিয়া পদার্থের অম্লত্ব বা ক্ষারত্বের পরিচয় প্রদান করে। ইংরাজীতে এই জাতীয় পদার্থকে ইণ্ডিকেটার্ (Indicator) কহে।

এমন একটী অভিনব-গুণ-বিশিষ্ট পদার্থ উৎপন্ন হয়, যাহা বেস্ বা দ্রাবক এতদুভয়ের মধ্যে কোনটীরই ধর্ম্ম প্রদর্শন করে না; এই নবজাত পদার্থ লবণ নামে অভিহিত। লবণ বলিলেই কেবল খাদ্য-লবণ বুঝায় না। দ্রাবক ও বেস্ পরস্পর মিলিত হইলে স্ব স্ব ধর্ম্ম বিবর্জ্জিত হইয়া যে নূতন ধর্ম্ম-বিশিষ্ট যৌগিক পদার্থ উৎপাদন করে, তাহাকেই লবণ কহে। চূণ ও কার্ব্বনিক এসিড্ সংযোগে চা-খড়ি প্রস্তুত হয়, চা খড়ি একটী লবণ। এতদ্ভিন্ন সোহাগা, সোরা, ফট-কিরি, হীরাকশ্ প্রভৃতি পদার্থ গুলিও এক একটী লবণ। লবণ তিন প্রকার, যথা—

১ম। পূর্ণ লবণ (Normal salt)।
২য়। অপূর্ণ বা হাইড্রোজেন্-যুক্ত লবণ (Acid salt)।
৩য়। অক্সাইড্-মিশ্রিত লবণ (Basic salt)।

পূর্ণ-লবণ—হাইড্রোজেন্ দ্রাবক মাত্রেরই একটী উপাদান। কোন ধাতুর লবণ প্রস্তুত হইবার সময় দ্রাবকস্থ হাইড্রোজেনের স্থান উক্ত ধাতু দ্বারা অধিকৃত হয়, যথা—$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$; এখানে সল্‌ফিউরিক এসিড্-স্থিত হাইড্রোজেনের সমস্ত স্থান জিঙ্ক্ ধাতু দ্বারা অধিকৃত হইয়া জিঙ্ক্ সল্‌ফেট (Zinc Sulphate) নামক লবণ প্রস্তুত হইয়াছে। এইরূপে দ্রাবকের হাইড্রোজেনের সমস্ত স্থান ধাতু দ্বারা অধিকৃত হইয়া যে লবণ উৎপন্ন হয়, তাহাকে পূর্ণ লবণ কহে।

হাইড্রোজেন্-যুক্ত লবণ—দ্রাবকে হাইড্রোজেনের স্থান ধাতু দ্বারা আংশিক রূপে অধিকৃত হইয়া যে লবণ উৎপন্ন হয়, তাহাকে অপূর্ণ বা হাইড্রোজেন্-যুক্ত লবণ কহে। বাই-কার্ব্বনেট্ অফ সোডা (Bi-carbonate of Soda) একটী হাইড্রোজেন্-যুক্ত লবণ। ইহার সাঙ্কেতিক চিহ্ন $NaHCO_3$; এস্থলে সোডিয়ম্ (Na) ধাতু কার্ব্বনিক্ এসিড্ (H_2CO_3) হইতে হাইড্রোজেন্‌কে আংশিক রূপে স্থানচ্যুত করিয়াছে। হাইড্রোজেন্‌কে সম্পূর্ণরূপে স্থানচ্যুত করিলে কার্ব্বনেট্ অব্ সোডা (Na_2CO_3) নামক পূর্ণ লবণ উৎপন্ন হয়।

অক্সাইড্ মিশ্রিত লবণ—কোন ধাতুর লবণের সহিত ঐ ধাতুর বেস্-

(হাইড্রক্সাইড্) মিশ্রিত থাকিলে উক্ত লবণকে অক্সাইড্-মিশ্রিত লবণ বা বেসিক্ সল্ট্ কহে। হোয়াইট্ লেড্ (White lead) ইহার একটী উদাহরণ স্থল; ইহাতে কার্ব্বনেট্ অব্ লেড্ নামক সীস ধাতুর কার্ব্বনেটের সহিত উক্ত ধাতুর হাইড্রক্সাইড্-মিশ্রিত থাকে।

"ইক্" ও "অস্" শব্দান্ত দ্রাবক—কোন কোন অধাতু মূল-পদার্থ বিভিন্ন পরিমাণ অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া একের অধিক দ্রাবকোৎপাদক অক্সাইড প্রস্তুত করে; যথা—SO_2 এবং SO_3। এস্থলে গন্ধকের এক পরমাণু, অক্সিজেনের দুই ও তিন পরমাণুর সহিত মিলিত হইয়া যথাক্রমে সলফার্ ডাই-অক্সাইড্ (SO_2) ও সল্ফার্ ট্রাই-অক্সাইড্ (SO_3) নামক দুইটী ভিন্ন দ্রাবকোৎপাদক অক্সাইড্ উৎপাদন করিয়াছে; ইহারা জলের সহিত মিশ্রিত হইলে যথাক্রমে সল্ফিউরস্ এসিড্ (Sulphurous Acid, H_2SO_3) এবং সল্ফিউরিক্ এসিড্ (Sulphuric Acid, H_2SO_4) নামক দুইটী দ্রাবক প্রস্তুত করে। অধিক পরিমাণ অক্সিজেন্ ঘটিত অক্সাইড্ হইতে যে দ্রাবক উৎপন্ন হয়, রাসায়নিক পণ্ডিতেরা তাহাদিগের অন্তে "ইক্" (ic) শব্দটী যোগ করেন এবং অল্প পরিমাণ অক্সিজেন্-ঘটিত অক্সাইড্ হইতে যে দ্রাবক উৎপন্ন হয়, তাহাদিগের অন্তে "অস্" (ous) শব্দটী যোগ করিয়া উভয়বিধ দ্রাবকের মধ্যে পার্থক্য স্থাপন করেন। এস্থলে সল্ফার্ ডাই-অক্সাইড্ (SO_2) হইতে যে দ্রাবক উৎপন্ন হইয়াছে, তাহা সলফিউরস্ এসিড্ (Sulphurous Acid) নামে অভিহিত এবং সল্ফার্ ট্রাই-অক্সাইড্ (SO_3) হইতে যে দ্রাবক উৎপন্ন হইয়াছে, তাহা সল্ফিউরিক্ এসিড্ (Sulphuric Acid) নামে পরিচিত।

"ইক্" শব্দান্ত দ্রাবকগুলি বেসের সহিত মিলিত হইয়া যে লবণ প্রস্তুত করে, তাহাদের অন্তে "এট্" (ate) শব্দ যোগ করা হয়, যেমন জিঙ্ক্ সল্ফেট্ (Zinc Sulphate); এস্থলে জিঙ্ক্ ধাতুর অক্সাইড্ সল্ফিউরিক্ এসিডের সহিত মিলিত হইয়া এই লবণ উৎপাদন করে।

"অস্" শব্দান্ত দ্রাবকগুলি বেসের সহিত মিলিত হইলে যে সকল লবণ উৎপন্ন হয়, তাহাদিগের অন্তে "আইট্" (ite) শব্দ যোগ করা যায়, যেমন পোটাসিয়ম্ নাইট্রাইট্ (Potassium Nitrite); এস্থলে পোটাসিয়ম্ ধাতুর

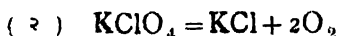
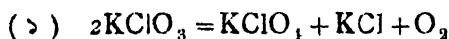
অক্সাইডের সহিত নাইট্রস্ এসিডের মিলন উপস্থিত হইয়া এই লবণ উৎপন্ন হইয়া থাকে।

অক্সিজেনের স্বরূপ নিরূপণ (Tests) ১।—একটী দীপ-শলাকা জ্বালিয়া নির্ব্বাপিত কর এবং অগ্নি-মুখ থাকিতে থাকিতে অক্সিজেন্ গ্যাসের মধ্যে ধারণ কর; উহা তৎক্ষণাৎ পুনঃ প্রজ্বলিত হইয়া উঠিবে।

২।—একটী বোতল নাইট্রিক্ অক্সাইড্ গ্যাস (N_2O_2) দ্বারা পূর্ণ করিয়া তন্মধ্যে অক্সিজেন্ প্রবেশ করাও। উক্ত গ্যাস্ অক্সিজেন্ সংযোগে রক্তবর্ণ ধূমোৎপাদন করিবে।

অক্সিজেনের পরিমাণ নিরূপণ।—পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে যে, ক্লোরেট্ অফ্ পটাশে উত্তাপ প্রয়োগ করিলে অক্সিজেন্ নির্গত হয়। ক্লোরেট্ অফ পটাশের সাঙ্কেতিক চিহ্ন $KClO_3$; ইহা দ্বারা বুঝা যায় যে, ৩৯ ভাগ ওজনের পোটাসিয়ম্, ৩৫.৫ ভাগ ওজনের ক্লোরিণ্ ও ৪৮ ভাগ ওজনের অক্সিজেন্ একত্রে সম্মিলিত হইয়া ক্লোরেট্ অফ্ পটাশ্ উৎপন্ন হয়। এই পদার্থে উত্তাপ প্রয়োগ করিলে অক্সিজেন্ প্রথমতঃ কিয়ৎ পরিমাণে নির্গত হয়, পরে উত্তাপের আধিক্য হইলে সমস্ত অক্সিজেনই বহির্গত হইয়া যায়; যথা—

(১) $2KClO_3 = KClO_4 + KCl + O_2$

(২) $KClO_4 = KCl + 2O_2$

এস্থলে ক্লোরেট্ অফ্ পটাশ্ বিশ্লিষ্ট হইয়া প্রথমতঃ পার্ক্লোরেট্ অফ্ পটাশ্, ক্লোরাইড্ অফ্ পোটাসিয়ম্ ও অক্সিজেন্ উৎপাদন করে। পরে অত্যধিক উত্তাপ সংযোগে পার্ক্লোরেট্ অফ্ পটাশ্ বিশ্লিষ্ট হইলে ক্লোরাইড্ অফ্ পোটাসিয়ম্ ও অক্সিজেন্ উৎপন্ন হয়। অতএব দেখা যাইতেছে ক্লোরেট্ অফ্ পটাশে উত্তাপ প্রয়োগ করিলে তন্মধ্যস্থ সমস্ত অক্সিজেনই নির্গত হইয়া যায়।

উপরোক্ত রাসায়নিক প্রতি-ক্রিয়া দ্বারা নির্দ্দিষ্ট ওজনের ক্লোরেট্ অফ্ পটাশ্ হইতে কি পরিমাণ অক্সিজেন্ প্রাপ্ত হওয়া যাইতে পারে, তাহা অঙ্ক কসিয়া সহজে নির্ণয় করিতে পারা যায়। আমরা পূর্ব্বেই বলিয়াছি যে, পোটাসিয়ম্ ক্লোরেটের সাঙ্কেতিক চিহ্ন $KClO_3$, সুতরাং ইহার আণবিক গুরুত্ব ১২২.৫ (K=৩৯+Cl=৩৫.৫+O =৪৮) এবং উত্তাপ সংযোগে উহা

হইতে সমস্ত অক্সিজেন্ই বহির্গত হইয়া যায়। যদি ১২২·৫ ভাগ ওজনের ক্লোরেট্ অফ্ পটাশ্ হইতে ৪৮ ভাগ ওজনের অক্সিজেন্ প্রাপ্ত হওয়া যায়, তাহা হইলে যে কোন নির্দ্দিষ্ট ওজনের ক্লোরেট্ অফ্ পটাশ্ হইতে কত অক্সিজেন্ পাওয়া যাইবে, তাহা ত্রৈরাশিক দ্বারা সহজেই নির্ণীত হইতে পারে।

জীব ও উদ্ভিদের শ্বাস-ক্রিয়া—অক্সিজেন্ গ্যাস্ প্রাণীদিগের জীবন ধারণের প্রধান অবলম্বন। আমরা নিশ্বাসের সহিত বায়ুস্থিত অক্সিজেন্ গ্যাস্ গ্রহণ করিয়া থাকি; ইহা ফুস্ফুস্-মধ্যস্থ রক্তের সহিত মিশ্রিত হইয়া সমস্ত শরীরে পরিচালিত হয় এবং মৃদু দহন-ক্রিয়া দ্বারা শরীরের উত্তাপ সংরক্ষণ করে। শরীরের অভ্যন্তরে এই দহন-ক্রিয়ার ফলস্বরূপ কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ নামক যে দূষিত পদার্থ উৎপন্ন হয়, তাহার অধিকাংশ প্রশ্বাসের সহিত নির্গত হইয়া যায়। এইরূপে জীবগণের অবিরাম শ্বাস-ক্রিয়া দ্বারা বায়ুস্থিত অক্সিজেনের লোপ এবং তৎপরিবর্ত্তে কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাসের পরিমাণ অত্যন্ত অধিক হইবার সম্ভাবনা এবং এরূপ দূষিত বায়ু জীবগণের জীবন ধারণের পক্ষে সম্পূর্ণ অনুপযোগী। কিন্তু করুণাময় পরমেশ্বর অন্য এক আশ্চর্য্য কৌশল দ্বারা এই বিপৎপাতের সম্পূর্ণ নিরাকরণ করিয়াছেন। আমরা যেরূপ নিশ্বাসের সহিত বায়ু হইতে অক্সিজেন্ গ্রহণ করিয়া থাকি, উদ্ভিদেরা দিবাভাগে বায়ু হইতে কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ গ্রহণ করিয়া থাকে। উদ্ভিদের পত্রস্থিত হরিদ্বর্ণের ক্লোরোফিল্ (Chlorophil) নামক পদার্থ সূর্য্যালোক সাহায্যে উক্ত গ্যাস্ হইতে কার্ব্বন্ পৃথক করিয়া বৃক্ষের শরীর পোষণের নিমিত্ত সঞ্চয় করিয়া রাখে এবং অক্সিজেন্ গ্যাস্ বায়ু মধ্যে পরিত্যাগ করে। এস্থলে দেখা যাইতেছে যে, জীব-জগতের শ্বাস-ক্রিয়া দ্বারা যে কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ দূষিত বলিয়া পরিত্যক্ত হয়, দিবাভাগে উদ্ভিদ-জগৎ তাহা গ্রহণ করে এবং উদ্ভিদ্-জগৎ যে অক্সিজেন্ গ্যাস্ অনাবশ্যক বলিয়া পরিত্যাগ করে, জীব-জগৎ দ্বারা তাহাই নিশ্বাসরূপে গৃহীত হয়। এইরূপে উদ্ভিদ ও জীব-জগতের বিপরীত কার্য্য দ্বারা বায়ু সর্ব্বদা স্বাভাবিক অবস্থায় থাকিয়া জীবন-ধারণোপযোগী হইয়া থাকে।

রাত্রিকালে সূর্য্যালোকের অভাবে উপরোক্ত ক্রিয়া স্থগিত থাকে। এস্থলে

বলা কর্ত্তব্য যে উদ্ভিদেরাও জীবগণের ন্যায় নিশ্বাসরূপে অক্সিজেন্ গ্রহণ ও প্রশ্বাসরূপে কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ পরিত্যাগ করিয়া থাকে।

ঔষধরূপে ব্যবহার—অক্সিজেন্ গ্যাস্ ঔষধরূপে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। ফুস্‌ফুস-প্রদাহ (Pneumonia) প্রভৃতি রোগে ফুস্‌ফুস্ স্বকার্য্যে অপটু হয় বলিয়া শ্বাস-ক্রিয়ার প্রতিবন্ধকতা উপস্থিত হয়, এ কারণ বায়ুস্থিত অক্সিজেন্ উত্তমরূপে রক্তের সহিত মিশ্রিত হইতে পারে না এবং রক্ত শোধিত না হওয়াতে শ্বাসরোধে মৃত্যু ঘটিয়া থাকে। এরূপ স্থলে বিশুদ্ধ অক্সিজেন্ গ্যাস্ নল সাহায্যে নিশ্বাসের সহিত ফুসফুসের মধ্যে প্রবেশ করাইলে উহা রক্ত শোধন করিয়া অনেক রোগীর জীবন ধারণের উপায়স্বরূপ হইয়া থাকে। অহিফেন দ্বারা বিষাক্ত হইলে শ্বাসরোধ দ্বারা রোগীর মৃত্যু ঘটিয়া থাকে; এরূপ অবস্থায় অক্সিজেন্ প্রয়োগ দ্বারা উপকার লাভ হইবার সম্ভাবনা।

3

ওজোন্ (Ozone)।

সাঙ্কেতিক চিহ্ন O৩; আণবিক গুরুত্ব ৪৮।

ইহা অক্সিজেনের একটী ভিন্ন রূপ মাত্র। ওজোন্ ঘন অক্সিজেন ব্যতীত আর কিছুই নহে; ৩ ভাগ অক্সিজেন্ ঘনত্ব প্রাপ্ত হইয়া ২ ভাগ ওজোন্ প্রস্তুত করে। যখন কোন একটী মূল-পদার্থ দুই বা ততোধিক বিভিন্ন আকারে অবস্থিতি করে, তখন উহাদিগকে ঐ পদার্থের এলোট্রপি-ঘটিত রূপ (Allotropic forms) এবং মূল-পদার্থের এইরূপ প্রকৃতিকে এলোট্রপি (Allotropy) কহে। ওজোন্ অক্সিজেনের এবং হীরক ও গ্রাফাইট্ কার্ব্বনের এলোট্রপি-ঘটিত রূপ।

প্রস্তুত-করণ-প্রণালী।—১ম। বায়ু বা অক্সিজেন্ গ্যাসের মধ্যে তড়িৎ-ফুলিঙ্গ উৎপাদন করিলে অক্সিজেন্ ঘনত্ব প্রাপ্ত হয় এবং উহার কিয়দংশ ওজোনে পরিণত হয়।

৭১ পরীক্ষা।—সিমেনের ওজোন্ উৎপাদক নলের (siemen's tube) মধ্যে অক্সিজেন্ গ্যাস্ প্রবেশ করাও এবং নলটী ব্যাটারি ও রূম্‌কর্ফের কুণ্ডলের সহিত সংযুক্ত করিয়া তন্মধ্যে বৃদ্ধ-

তড়িৎ-স্রাব (silent electric discharge) উৎপাদন কর। নলের অপর মুখ হইতে ওজোন্ নির্গত হইবে। একখণ্ড কাগজ পোটাসিয়ম্ আইওডাইড্ ও শ্বেতসারের দ্রাবণে সিক্ত করিয়া নল হইতে নির্গত গ্যাসের মধ্যে ধারণ করিলে উহা নীলবর্ণ হইবে।

২য়। ফস্ফরাস্ আর্দ্র বায়ু মধ্যে অনাবৃত অবস্থায় রাখিলে ওজোন্ প্রস্তুত হয়।

৭২ পরীক্ষা।—একটী আয়ত মুখ বড় কাচের বোতলের মধ্যে অল্প জল রাখিয়া তন্মধ্যে একখণ্ড ফস্ফরাস্ এরূপভাবে স্থাপন কর যে উহার অল্পাংশ মাত্র জলের উপরিভাগে অবস্থিতি করে। পরে একটি কাচের ছিপি দ্বারা বোতলের মুখ বন্ধ করিয়া দাও; ১০ বা ১৫ মিনিট পরে একখণ্ড কাগজ শ্বেতসার ও আইওডাইড অফ্ পোটাসিয়মের মিশ্র দ্রাবণে সিক্ত করিয়া তন্মধ্যে নিমজ্জিত কর; কাগজখানি নীলবর্ণ হইয়া যাইবে। ইহা দ্বারা বুঝা যায় যে বোতলের মধ্যে ওজোন্ প্রস্তুত হইয়াছে।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—ওজোন্ বর্ণহীন, অদৃশ্য বায়বীয় পদার্থ। ইহার এক প্রকার গন্ধ আছে; তড়িৎ-যন্ত্র চালাইবার সময়ে বায়ুস্থিত অক্সিজেন্ তড়িৎ-স্রাব সংযোগে ওজনে পরিণত হয় বলিয়া এই গন্ধ অনুভূত হইয়া থাকে। এই একই কারণে বজ্রাঘাতের পর বায়ু মধ্যে এক প্রকার গন্ধ অনুভূত হয়। এই গ্যাস্ অক্সিজেন্ অপেক্ষা ১·৫ গুণ অধিক ভারী। সর্ব্বাধিক চাপ ও শৈত্য সংযোগে ইহা তরলাবস্থায় আনীত হইয়াছে। ওজোনের একটী ধর্ম্ম এই যে ইহা পোটাসিয়ম্ আইওডাইডের দ্রাবণের সহিত একত্র হইলে দ্রাবণ হইতে আইওডিন্‌কে বিযুক্ত করে। অতঃপর উক্ত দ্রাবণে শ্বেত-সারের মণ্ড (Starch paste) যোগ করিলে আইওডিন্ শ্বেত-সারের সহিত মিলিত হইয়া একটী নীলবর্ণ পদার্থ উৎপাদন করে। এইরূপে ওজোনের স্বরূপ নিরূপিত হয়। ওজোন্ একটী অক্সিজেন্-প্রদায়ক (Oxidising) পদার্থ। অর্গানিক্ পদার্থের সহিত একত্রিত হইলে ইহা অক্সিজেনে বিশ্লিষ্ট হইয়া যায়। এজন্য বহু জনাকীর্ণ নগরের অর্গানিক্ পদার্থ মিশ্রিত বায়ু মধ্যে ওজোনের অস্তিত্ব দেখিতে পাওয়া যায় না। সমুদ্রের এবং উচ্চ পার্ব্বত্য প্রদেশের বায়ুতে ইহা বিদ্যমান থাকে। কেহ কেহ বলেন যে ওজোন্ ম্যালেরিয়া ও কলেরার বীজ নাশক। ওজোন্ উদ্ভিজ্জ বর্ণ নাশ করে (Bleaching action)।

স্বরূপ নিরূপণ—১। একখণ্ড কাগজ পোটাসিয়ম্ আইওডাইড্ ও শ্বেতসারের মিশ্র দ্রাবণে সিক্ত করিয়া ওজোন্ গ্যাসের মধ্যে রাখিলে নীলবর্ণ হইয়া যায়।

এই পরীক্ষাটি একেবারে ভ্রমশূন্য নহে; নাইট্রিক্ অক্সাইড্, হাইড্রোজেন্ পার-অক্সাইড্ প্রভৃতি অপর কয়েকটি গ্যাস্ও এইরূপ প্রতিক্রিয়া প্রদর্শন করে।

২। একখণ্ড লাল লিট্মস্ কাগজ আইওডাইড্ অফ্ পোটাসিয়মের দ্রাবণে সিক্ত করিয়া ওজোন্ গ্যাসের মধ্যে ধারণ করিলে উহা নীলবর্ণ হইয়া যায়।

নাইট্রিক্ অক্সাইড প্রভৃতি উপরোক্ত অপর কয়েকটি গ্যাস্ সংযোগে এরূপ পরিবর্ত্তন সংঘটিত হয় না। এই পরীক্ষা দ্বারা ওজোন্কে ঐ সকল গ্যাস হইতে পৃথক করিতে পারা যায়।

৩। লোহিতোত্তপ্ত কাচনলের মধ্যে ওজোন্ প্রবেশ করাইলে উহা অক্সিজেন গ্যাসে পরিণত হয়; এক্ষণে পোটাসিয়ম্ আইওডাইড্ এবং শ্বেতসারের দ্রাবণে সিক্ত কাগজ খণ্ড নলনিঃসৃত এই গ্যাসের মধ্যে ধারণ করিলে উহা পূর্ব্ববৎ নীলবর্ণ হইয়া যায় না।

তৃতীয় পরিচ্ছেদ।

হাইড্রোজেন্ (Hydrogen)।*

সাঙ্কেতিক চিহ্ন H, পারমাণবিক গুরুত্ব ১·০০৮।

খ্রীষ্টীয় ষোড়শ শতাব্দীতে প্যারাশেল্‌শস্ (Paracelsus) এই মূল পদার্থ আবিষ্কার করেন; অষ্টাদশ শতাব্দীর শেষ ভাগে ক্যাভেণ্ডিস্ (Cavendish) সবিশেষ আলোচনা করিয়া ইহার ধর্ম্ম নিরূপণ করিয়াছিলেন।

ইতিপূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে হাইড্রোজেন্ জলের একটী উপাদান; প্রতি নয় ভাগ ওজনের জলে এক ভাগ ওজনের হাইড্রোজেন বিদ্যমান থাকে। এতদ্ব্যতীত ইহা উদ্ভিদ্ ও জীবদেহের একটী প্রধান উপাদান এবং বায়ু মধ্যেও অল্প পরিমাণে বিদ্যমান আছে।

প্রস্তুত-করণ-প্রণালী—নানাবিধ উপায়ে হাইড্রোজেন্ প্রস্তুত করিতে পারা যায়; প্রধান কয়েকটী উপায় নিম্নে লিখিত হইল।

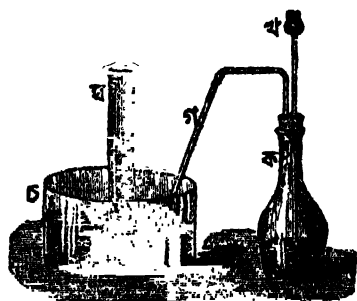
১ম। সোডিয়ম্ বা পোটাসিয়ম্ ধাতু জলের সহিত একত্রিত হইলে সহজ উত্তাপেই জলকে বিশ্লেষণ করিয়া হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ উৎপাদন করে; যথা,—
$Na + H_2O = NaHO + H.$

৭৩ পরীক্ষা।—ক্ষুদ্র একখণ্ড সোডিয়ম্ ধাতু একটী বক্র তাম্রতারের অগ্রভাগে সংলগ্ন তারের জালের মধ্যে আবদ্ধ করতঃ জলপূর্ণ নিম্নমুখ কাচপাত্রের মধ্যে প্রবেশ করাও। হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ বুদ্বুদাকারে জালের ছিদ্র দিয়া নির্গত হইবে এবং জলকে স্থানচ্যুত করিয়া কাচপাত্রের মধ্যে সঞ্চিত হইবে।

পোটাসিয়ম্ ধাতু জলে নিক্ষিপ্ত হইলে জ্বলিয়া উঠে, তাহা পূর্ব্বে প্রদর্শিত হইয়াছে। জলের অক্সিজেনের সহিত পোটাসিয়ম্ ধাতুর রাসায়নিক মিলন উপস্থিত হইয়া এত অধিক উত্তাপ উদ্ভূত হয় যে, বিমুক্ত হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ জ্বলিয়া উঠে; এ কারণ পোটাসিয়মের পরিবর্ত্তে সোডিয়ম্ ধাতু জল হইতে হাইড্রোজেন্ প্রস্তুত করিবার জন্য ব্যবহৃত হয়।

২য়। লৌহ, দস্তা প্রভৃতি কতকগুলি ধাতুর সহিত জল-মিশ্রিত সল্‌ফিউরিক্ বা হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ একত্রিত হইলে উভয়ের মধ্যে রাসায়নিক ক্রিয়া

উপস্থিত হইয়া হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ উৎপন্ন হয়। সচরাচর দস্তা ও সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ এই গ্যাস্ উৎপাদনের নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়।

১৪ পরীক্ষা।—একটী আয়তমুখ কাচের কূপী (ফ্লাস্ক, Flask) বা বোতলের (৫৮চিত্র, ক) ছিপিতে দুইটী ছিদ্র করতঃ একটীর মধ্য দিয়া ফনেল যুক্ত কাচনল (খ) বোতলের তলদেশ পর্য্যন্ত এবং অপর ছিদ্র দ্বারা একটী দ্বি-বক্র কাচনল (গ) বোতলের গলদেশ পর্য্যন্ত প্রবেশ করাও। বোতলের মধ্যে কতকগুলি গ্র্যানুলেটেড্ জিঙ্ক্ * (Granulated Zinc)

৫৮ চিত্র।

রাখিয়া ছিপি বন্ধ করিয়া দাও। পরে ফনেলের মধ্য দিয়া জলমিশ্রিত সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ (১ ভাগ সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ ও ৫ ভাগ জল) উক্ত বোতলের মধ্যে ঢালিয়া দাও। অবিলম্বে হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ উৎপন্ন হইয়া বক্র কাচনল দ্বারা নির্গত হইতে থাকিবে। এইরূপে কিয়ৎক্ষণ গ্যাস্ বাহির হইয়া গেলে পর রবরের নল দ্বারা বক্র কাচনলটী অপর একটী কাচনলের সহিত সংযুক্ত করিয়া উহাকে জলপূর্ণ, নিম্নমুখ একটী কাচপাত্র (ঘ) মধ্যে প্রবেশ করাইলে হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ তন্মধ্যে সঞ্চিত হইবে। নিম্নমুখ কাচপাত্রটী (ঘ) অপর একটী জলপূর্ণ কাচপাত্র (চ) মধ্যে রক্ষিত হয়।

কিয়ৎক্ষণ অপেক্ষা করিয়া হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ সঞ্চয় করিবার হেতু এই যে, (ক) বোতলের মধ্যে যে বায়ু থাকে তাহা সম্পূর্ণরূপে নির্গত হইয়া যাওয়া আবশ্যক, নচেৎ বায়ু ও হাইড্রোজেন্ একত্রে মিশ্রিত হইয়া একটী স্ফোট-প্রবণ মিশ্র-গ্যাস্ (Explosive mixture) উৎপন্ন হয়; উহা কোনরূপে অগ্নিসংযুক্ত হইলে সশব্দ স্ফোটন উপস্থিত হইয়া বিপৎপাতের সম্ভাবনা। এজন্য বোতলের বায়ু সম্পূর্ণরূপে বহির্গত হইয়া গেলে পর হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ সঞ্চয় করা কর্ত্তব্য।

৩য়। লোহিতোত্তপ্ত লৌহ জলের সহিত একত্রিত হইলে উহা জলকে

* দস্তা গলাইয়া শীতল জলে নিক্ষেপ করিলে গ্র্যানুলেটেড্ জিঙ্ক্ প্রস্তুত হয়।

বিশ্লেষণ করিয়া হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ উৎপাদন করে। পূর্ব্বে বর্ণিত হইয়াছে যে পোটাসিয়ম্ ও সোডিয়ম্ ধাতু সহজ উত্তাপেই জলকে বিশ্লেষণ করে, কিন্তু লৌহ প্রভৃতি অপর কয়েকটী ধাতু লোহিতোত্তপ্ত না হইলে এই ক্রিয়া সংসাধিত হয় না। একটী লৌহ-নির্ম্মিত নলের মধ্যে কতকগুলি লৌহ-শলাকা পূরিয়া গ্যাস্ বাতিতে লোহিতোত্তপ্ত করতঃ এক মুখ দিয়া তন্মধ্যে জল-বাষ্প প্রবেশ করাইলে উহা বিশ্লিষ্ট হইয়া যায়; অক্সিজেন্ লৌহ-শলাকার সহিত মিশ্রিত হইয়া ম্যাগ্‌নেটিক্ অক্সাইড্ অফ্ আয়রণ্ নামক যৌগিক প্রস্তুত করে এবং হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ নলের অপর মুখদিয়া নির্গত হইতে থাকে। কাচনল সংযোগে এই গ্যাস্ পূর্ব্ববৎ নিম্নমুখ জলপূর্ণ পাত্রে সঞ্চয় করা যাইতে পারে।

৪র্থ। জলমধ্যে তড়িৎ-প্রবাহ সঞ্চালন করিলে অক্সিজেন্ ও বিশুদ্ধ হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ উৎপন্ন হয়। জল তড়িৎ-অপরিচালক বলিয়া উহাতে অল্প পরিমাণে সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ মিশ্রিত করিলে বিশ্লেষণ-ক্রিয়া সহজে সম্পাদিত হয় (৩৫ পরীক্ষা দেখ)।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম—হাইড্রোজেন্ গন্ধহীন, বর্ণহীন, স্বাদবিহীন, অদৃশ্য, বায়বীয় পদার্থ। হাইড্রোজেন্ বায়ু অপেক্ষা ১৪·৩৯ গুণ ও অক্সিজেন্ অপেক্ষা ১৬ গুণ লঘু; ইহা আবিষ্কৃত মূল-পদার্থ সমূহের মধ্যে সর্ব্বাপেক্ষা লঘু পদার্থ।

হাইড্রোজেন্-পূর্ণ পাত্র অনাবৃত রাখিলে স্বল্পক্ষণের মধ্যে হাইড্রোজেন্ উড়িয়া যায় এবং বায়ু উহার স্থান অধিকার করে; একারণ এই গ্যাস্-পূর্ণ অনাবৃত পাত্র সর্ব্বদা নিম্নমুখে রক্ষিত হয়।

৭৫ পরীক্ষা। একটি কাচপাত্র নিম্নমুখ করিয়া উহার মুখের নীচে একটি হাইড্রোজেন্ পূর্ণ পাত্র অল্পে অল্পে উর্দ্ধ মুখ কর। হাইড্রোজেন্ বায়ু অপেক্ষা লঘু বলিয়া উর্দ্ধে উত্থিত হইয়া নিম্নমুখ পাত্রে সঞ্চিত হইবে। এক্ষণে একটি জলন্ত বাতি উভয় পাত্রের মধ্যে প্রবেশ করাও; নিম্নমুখ পাত্রের মুখে হাইড্রোজেন্ জলিতে থাকিবে কিন্তু উর্দ্ধমুখ পাত্রের মুখে কোন শিখা দেখিতে পাইবে না, কারণ হাইড্রোজেন্ বায়ু অপেক্ষা লঘু বলিয়া উহা হইতে ইতিপূর্ব্বে নির্গত হইয়া গিয়াছে।

হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ যে বায়ু অপেক্ষা লঘু, তাহা পশ্চাদ্বর্ণিত দুইটী পরীক্ষা দ্বারা সুন্দররূপে প্রমাণিত হয়।

৭৬ পরীক্ষা।—একটী রবর্ বা কলোডিয়ন্ (Collodion) নির্ম্মিত বেলুন্ (Baloon) হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ দ্বারা পূর্ণ কর। বেলুন্ স্ফীত হইলে উহার মুখ সূত্র দ্বারা বদ্ধ করতঃ ছাড়িয়া দাও—বেলুন্ ঊর্দ্ধে উঠিয়া যাইবে।

যে সকল প্রকাণ্ড বেলুন্ আরোহীর সহিত আকাশপথে উড্ডীয়মান হয়, হাইড্রোজেন্ বা কোল্‌গ্যাস্ (ইহাও বায়ু অপেক্ষা লঘু) দ্বারা উহাদিগকে পূর্ণ করা যায়।

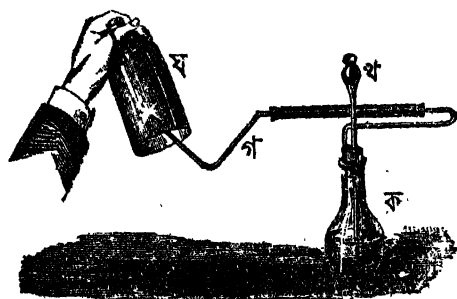
৭৭ পরীক্ষা।—জলে সাবান গুলিয়া উহার মধ্যে হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ প্রবেশ করাও। সাবানজলের বুদ্বুদগুলির মধ্যে হাইড্রোজেন্ থাকে বলিয়া উহারা লঘুত্ব হেতু উপরে উড়িয়া যাইবে।

সাবানের জলে হাইড্রোজেনের পরিবর্ত্তে বায়ু প্রবেশ করাইলে বুদ্বুদ্গুলি গুরুভার হেতু উর্দ্ধগামী না হইয়া নিম্নগামী হইয়া থাকে।

হাইড্রোজেন্ বায়ুর ন্যায় শব্দবহ নহে। ইহা দাহ্য পদার্থ, দীপালোক সংযোগে জ্বলিতে থাকে কিন্তু অক্সিজেনের ন্যায় দহন কার্য্যের সহায়তা করে না।

৭৮ পরীক্ষা।—হাইড্রোজেন্-পূর্ণ বোতল নিম্নমুখ করিয়া তন্মধ্যে তার-সংলগ্ন একটী জ্বলন্ত বাতি প্রবেশ করাও। হাইড্রোজেন্ বোতলের মুখে নিষ্প্রভ শিখা বিস্তার করিয়া জ্বলিতে থাকিবে কিন্তু বাতিটী নিবিয়া যাইবে (৬ চিত্র দেখ)।

হাইড্রোজেন্ জ্বলিবার সময় বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া জল প্রস্তুত করে।

৫৯ চিত্র।

৭৯ পরীক্ষা।—(৫৯ চিত্র, ক) একটী কাচ কূপী (Flask); ইহার মধ্যে দস্তা (Zinc) ধাতু আছে। (খ) ফনেল দিয়া জল-মিশ্রিত সল্‌ফিউরিক এসিড্ ঢালিলে দস্তা ও দ্রাবক মিলিত হইয়া হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ উৎপন্ন হয় এবং উহা (গ) নল দিয়া নির্গত হইতে থাকে; (ঘ) নলের

মুখে দীপালোক সংযোগ করিলে হাইড্রোজেন গ্যাস্ জ্বলিতে থাকে। একটী শুষ্ক কাচের পাত্র (খ) হাইড্রোজেনের জ্বলন্ত শিখার উপর ধারণ কর, পাত্রের অভ্যন্তরে জলবিন্দু সঞ্চিত হইবে।

এই সকল জলবিন্দু কোথা হইতে আসিল? হাইড্রোজেন্ দগ্ধ হইবার কালে বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া এই সকল জলবিন্দু উৎপন্ন হইয়াছে।

হাইড্রোজেনের শিখা নিষ্প্রভ ও বর্ণহীন, কিন্তু উক্ত শিখার তাপ-মাত্রা অত্যন্ত অধিক। সূক্ষ্ম লৌহের তার এই শিখার মধ্যে ধারণ করিলে অনতিবিলম্বে দ্রব হইয়া অগ্নি-স্ফুলিঙ্গ বিকীরণ করে এবং প্ল্যাটিনম্ ধাতুর তার অবিলম্বে লোহিতোত্তপ্ত হইয়া উঠে।

প্যালেডিয়ম্, প্ল্যাটিনম্ প্রভৃতি কতকগুলি ধাতু হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ শোষণ করিতে পারে।

ইতিপূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে যে হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ বায়ু বা অক্সিজেনের সহিত মিশ্রিত হইলে একটী স্ফোটন-শীল মিশ্র গ্যাস্ উৎপন্ন হয়। দীপালোক সংযোগে ইহার সশব্দ স্ফোটন হইয়া থাকে।

৮০ পরীক্ষা। একটি জলপূর্ণ সোডাওয়াটারের বোতল জলপূর্ণ অপর একটি পাত্রে নিম্নমুখ করিয়া নিমজ্জিত করতঃ দুই আয়তন হাইড্রোজেন্ ও এক আয়তন অক্সিজেন্ দ্বারা পূর্ণ কর। পরে বোতলটী উত্তমরূপে ছিপি দ্বারা বন্ধ করিয়া উহার উপরে কাপড় জড়াও এবং ছিপিটী খুলিয়া বোতলের মুখে দীপালোক সংযোগ কর; পিস্তলের শব্দের ন্যায় প্রচণ্ড শব্দ করিয়া উভয় গ্যাস্ মিলিত হইবে।

৮১ পরীক্ষা।—একটী ভল্‌টামিটার (Voltameter) নামক যন্ত্রে অল্প পরিমাণ সল্‌ফিউরিক এসিড মিশ্রিত জল রাখিয়া তড়িৎ-কোষাবলীর সহিত উহাকে সংযুক্ত কর। জল বিশ্লিষ্ট হইয়া হাইড্রোজেন্ ও অক্সিজেন্ একত্রে মিশ্র গ্যাস্ রূপে নির্গত হইবে। এই মিশ্র গ্যাস্ একটি পিত্তলের পাত্রে রক্ষিত সাবানের জলের মধ্যে প্রবেশ করাও। সাবানের জলে বুদ্বুদ উৎপন্ন হইলে ভল্‌টামিটারটী সরাইয়া বুদ্বুদগুলিতে দীপালোক সংযোগ কর। মিশ্র গ্যাস্ পূর্ণ সাবানের বুদ্বুদগুলির সশব্দস্ফোটন হইবে।

এই কারণে হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ জ্বালাইতে হইলে যে বোতলের মধ্যে উহা উৎপাদন করা যায়, তাহা হইতে বায়ু সম্পূর্ণরূপে নিষ্কাশিত হইয়া গেলে পর নলের মুখে দীপালোক সংযোগ করা উচিত; নচেৎ বোতলস্থ বায়ু ও হাইড্রোজেন্ উভয়ে মিশ্রিত হইয়া একটী মিশ্র গ্যাস্ উৎপাদন করে

এবং আলোকসংযোগে তাহার স্ফোটন উপস্থিত হইয়া বোতল ভাঙ্গিয়া শরীরে আঘাত লাগিবার সম্ভাবনা। হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ জ্বালাইবার পূর্ব্বে এ বিষয়ে বিশেষ লক্ষ্য রাখা উচিত।

হাইড্রোজেন্ জ্বালাইবার সময় একটী শব্দ হয়। ইহার কারণ এই যে, হাইড্রোজেন্ জ্বলিবার সময় বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হয় এবং এই মিলনের সময় একটী স্ফোটন (Explosion) হইয়া থাকে। যদি দুই মুখ খোলা একটী কাচনলের মধ্যে হাইড্রোজেন্ জ্বালান যায়, তাহা হইলে এই স্ফোটন এত শীঘ্র একটীর পর আর একটী সংঘটিত হইতে থাকে যে বংশী ধ্বনির ন্যায় এক প্রকার সুর উৎপন্ন হয়। ইংরাজীতে ইহাকে Singing flame কহে। নল সরু বা মোটা হইলে সুরের তারতম্য লক্ষিত হয়।

৮২ পরীক্ষা। —একটী দুই মুখ খোলা কাচনলের মধ্যে হাইড্রোজেনের শিখা প্রবেশ করাও, বংশীধ্বনির ন্যায় একটি সুর উৎপন্ন হইবে।

কয়েকটী মোটা ও সরু দুই মুখ খোলা কাচনল পাশাপাশি সজ্জিত করিয়া প্রত্যেকটীর মধ্যে এক একটী হাইড্রোজেনের শিখা প্রবেশ করাইলে ভিন্ন ভিন্ন সুর উৎপন্ন হয়। এই উপায়ে একজন বৈজ্ঞানিক একটী বাদ্য-যন্ত্র নির্ম্মাণ করিয়াছেন।

অত্যধিক চাপ ও শৈত্য সংযোগে হাইড্রোজেন্ গ্যাস তরল ও কঠিন অবস্থায় আনীত হইয়াছে।

হাইড্রোজেনের সহিত অপর কোন মূল-পদার্থের রাসায়নিক মিলনে যে যৌগিক প্রস্তুত হয়, তাহাকে হাইড্রাইড্ (Hydride) কহে।

রাসায়নিক মিলনের ৪র্থ নিয়ম :—বায়বীয় মূল পদার্থ অথবা অপর কোন মূল-পদার্থ বাষ্পাবস্থায় যে আয়তনে (Volume) হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হয়, তাহা স্থির করিয়া রাসায়নিক পণ্ডিতেরা মূল-পদার্থ সমূহকে মনাড্, ডায়াড্, প্রভৃতি কতকগুলি শ্রেণীতে বিভক্ত করিয়াছেন।

পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণিত হইয়াছে যে, এক লিটার্ (Litre) ক্লোরিণ্, এক লিটার্ হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া দুই লিটার্ হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ বাষ্প উৎপাদন করে। ক্লোরিণ্ কখনই সম আয়তন ব্যতীত অল্প বা অধিক পরিমাণ হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইতে পারে না; কিন্তু এক লিটার্

অক্সিজেন্ দুই লিটারের ন্যূন পরিমাণ হাইড্রোজেনের সহিত কখনই মিলিত হইতে পারে না এবং এই মিলনে দুই লিটার্ জল-বাষ্প উৎপন্ন হইয়া থাকে। পুনশ্চ এক লিটার্ নাইট্রোজেন্ হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইতে হইলে শেষোক্ত পদার্থের তিন লিটারের ন্যূনে কখনই উভয়ের মিলন হইতে পারে না এবং এই পরিমাণে উভয়ে মিলিত হইলেও দুই লিটার্ মাত্র এমোনিয়া গ্যাস্ প্রস্তুত হয়। এইরূপে এক লিটার্ কার্ব্বন্ (বায়বীয় অবস্থায়) চারি লিটারের ন্যূন পরিমাণ হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইতে পারে না এবং এই পরিমাণে মিলিত হইয়া দুই লিটার্ মাত্র মার্শ্ গ্যাস্ (Marsh gas) উৎপাদন করে। হাইড্রোক্লোরিক্ এসিডের ফর্মিউলা HCl লিখিত হয় বলিয়া জল, এমোনিয়া এবং মার্শ্ গ্যাসের ফর্মিউলা যথাক্রমে H_2O, NH_3 এবং CH_4 রূপে প্রদর্শিত হইয়া থাকে।

যাবতীয় মূল পদার্থের এক পরমাণু ঐ পদার্থের এক আয়তন (Volume) বলিয়া গৃহীত হইয়া থাকে।

এস্থলে দেখা যাইতেছে যে, ক্লোরিণ্, অক্সিজেন্, নাইট্রোজেন বা কার্ব্বনের এক আয়তন (Volume) অর্থাৎ এক পরমাণু, হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইবার জন্য যথাক্রমে হাইড্রোজেনের ১, ২, ৩ ও ৪ আয়তন বা পরমাণুর প্রয়োজন হয় কিন্তু হাইড্রোজেনের পরিমাণ এইরূপ বিভিন্ন হইলেও উহাদিগের মিলনে যে সকল যৌগিক উৎপন্ন হয়, তাহাদিগের পরিমাণ কখনই দুই আয়তনের অধিক হয় না।

এই সকল রাসায়নিক মিলনের প্রতি লক্ষ্য করিয়া দেখিলে আমরা উৎপাদক গ্যাস্দিগের পরস্পরের মধ্যে এবং তাহাদিগের আয়তনের সমষ্টি ও উৎপন্ন পদার্থের আয়তনের মধ্যে, একটী সরল সম্বন্ধ (Simple relation) দেখিতে পাই। পূর্ব্বে যে সকল উদাহরণের উল্লেখ করা হইয়াছে, তাহাতে—

উৎপাদক পদার্থদিগের মধ্যে—১:১, ২:১, ৩:১, ৪:১,

এবং উৎপাদক এবং উৎপন্ন পদার্থদিগের মধ্যে—২:২, ৩:২, ৪:২, ৫:২ সম্বন্ধ বিদ্যমান রহিয়াছে, দেখা যায়।

ইতিপূর্ব্বে পদার্থ সমূহের পরস্পরের মধ্যে রাসায়নিক মিলন সংঘটিত হইবার তিনটী নিয়মের বিষয় বর্ণনা করা হইয়াছে। এই তিনটী নিয়ম ব্যতীত বায়বীয়

মূল-পদার্থদিগের মধ্যে রাসায়নিক মিলনের আর একটী (৪র্থ) নিয়ম আছে। ইংরাজীতে ইহাকে Gay Lussac's Law of Gaseous Volumes কহে। ইহার ইংরাজী সংজ্ঞা এই:—The volumes in which gaseous substances combine bear a simple relation to one another and to the volume of the resulting product.

পরমাণুর ধৃতি-শক্তি (Valency of Elements)—যে সকল মূল-পদার্থের এক পরমাণু হাইড্রোজেনের এক পরমাণুর সহিত মিলিত হয়, তাহাদিগকে মনাড্ (Monad or Monavalent) কহে। ক্লোরিণ্, ব্রোমিন্, আইওডিন্ প্রভৃতি এক একটী মনাড্ পদার্থ।

কোন মূল-পদার্থের এক পরমাণু হাইড্রোজেনের দুই পরমাণুর সহিত মিলিত হইলে উক্ত পদার্থকে ডায়াড্ পদার্থ (Dyad or Divalent) কহা যায়; যেমন অক্সিজেন্, গন্ধক ইত্যাদি।

কোন মূল-পদার্থের এক পরমাণু হাইড্রোজেনের তিন পরমাণুর সহিত মিলিত হইলে উক্ত পদার্থ ট্রায়াড্ (Triad or Trivalent) বলিয়া অভিহিত হয়; যথা নাইট্রোজেন্, ফস্‌ফরাস্, আর্সেনিক ইত্যাদি।

কোন মূল-পদার্থের এক পরমাণু হাইড্রোজেনের চারি পরমাণুর সহিত মিলিত হইলে ঐ পদার্থ টেট্রাড্ (Tetrad or Tetravalent) বলিয়া উক্ত হয়; যথা কার্ব্বন্, সিলিকন্ ইত্যাদি।

এইরূপে কোন কোন মূল-পদার্থ পেণ্টাড্ (Pentad or Pentavalent), হেক্সাড্ (Hexad or Hexavalent) প্রভৃতিও হইয়া থাকে।

এই নিয়মানুসারে মূল-পদার্থদিগকে মনাড্,ডায়াড্ প্রভৃতি ভিন্ন ভিন্ন শ্রেণীতে বিভক্ত করা যায়।

মূল-পদার্থদিগের এক একটী পরমাণুর,বিভিন্ন সংখ্যক হাইড্রোজেনের পরমাণুর সহিত মিলিত হইবার শক্তিকে পরমাণুর ধৃতি-শক্তি কহে। ইংরাজীতে ইহা ভ্যালেন্সি (Valency or Atomicity ef elements) নামে পরিচিত।

চতুর্থ পরিচ্ছেদ।

জল (Water)

(হাইড্রোজেন্ মনক্সাইড্)।

সাঙ্কেতিক চিহ্ন H_2O আণবিক গুরুত্ব ১৮।

পৃথিবীর মধ্যে তিন ভাগ জল ও এক ভাগ স্থল এবং স্থলের মধ্যেও অল্পাধিক পরিমাণ জল বিদ্যমান রহিয়াছে। বায়ুমণ্ডলে জল বাষ্পাকারে সর্ব্বদা বিদ্যমান থাকে। উদ্ভিদ্ ও জীবদেহে জল প্রচুর পরিমাণে বিদ্যমান আছে; জল ব্যতিরেকে কি উদ্ভিদ্, কি জীব, কিছুই বাঁচিতে পারে না। জীব-দেহ হইতে প্রশ্বাস, ঘর্ম্ম, মল, মূত্র প্রভৃতির সহিত জল অনবরত অল্পাধিক পরিমাণে নির্গত হয়। খাদ্যস্থিত জল ও পানীয় দ্বারা উক্ত ক্ষতিপূরণ হইয়া থাকে। বৃক্ষ-পত্র হইতে জল নিয়ত বাষ্পাকারে উড়িয়া যায়; বৃক্ষ-মূল ভূমি হইতে জল আকর্ষণ করিয়া এই ক্ষতি পূরণ করে।

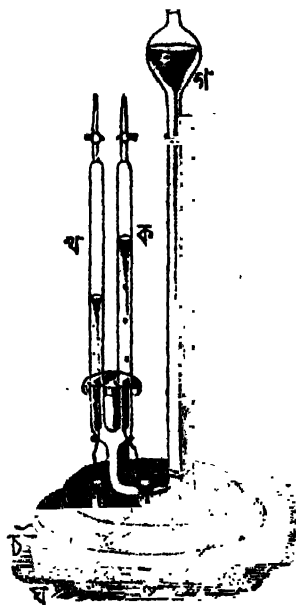
প্রখর সূর্য্য কিরণে সমুদ্র ও অন্যান্য জলাশয় হইতে জল বাষ্পরূপে আকাশে উত্থিত হয় এবং বহু উর্দ্ধস্থিত শীতল বায়ু সংস্পর্শে ঘনীভূত হইয়া মেঘে পরিণত হয়। সমধিক শীতল বায়ুসংস্পর্শে মেঘ অধিকতর ঘনীভূত হয় এবং শৈত্যের পরিমাণ অনুসারে বৃষ্টি, তুষার বা করকারূপে পৃথিবীতে পতিত হইলে নদী, প্রস্রবণ, হ্রদ প্রভৃতি জলাশয়ের উৎপত্তি হইয়া থাকে এবং ইহারাই পুনরায় সমুদ্রের সহিত মিলিত হইয়া শোষণজনিত পূর্ব্ব ক্ষতি পূরণ করে।

পূর্ব্বে জল একটী মূল-পদার্থ বলিয়া পরিগণিত হইত। প্রাচীন আর্য্যেরা পাঁচটী মাত্র মূল-পদার্থ স্বীকার করিতেন—জল তাহাদিগের মধ্যে একটী। তাঁহারা জল অতি পবিত্র পদার্থ বলিয়া বিবেচনা করিতেন, এমন কি ইহাতে দেবত্ব আরোপ করিতে কুণ্ঠিত হয়েন নাই। বাস্তবিক জীবনধারণ ও স্বাস্থ্যরক্ষার নিমিত্ত বিশুদ্ধ জল এতই প্রয়োজনীয় পদার্থ যে দূরদর্শী প্রাচীন হিন্দুগণ উহা সম্যক্‌রূপে উপলব্ধি করিয়া জনসাধারণ দ্বারা জল কোনরূপে অপবিত্র হইবার আশঙ্কায় জলকে দেবতা বলিয়া বর্ণনা করতঃ উহার বিশুদ্ধতা সংরক্ষণে যত্নশীল হইয়াছিলেন।

প্রাচীন ইউরোপীয় বৈজ্ঞানিকগণ জলের মৌলিকত্ব বিষয়ে হিন্দুদিগের সহিত একমতাবলম্বী ছিলেন, কিন্তু ১৭৮১ খৃষ্টাব্দে রসায়ন-তত্ত্ববিদ্ ক্যাভেণ্ডিস্ প্রতি-পাদন করেন যে জল একটী যৌগিক পদার্থ। দুই আয়তন (Two volumes) হাইড্রোজেন্ ও এক আয়তন (One volume) অক্সিজেনের মধ্যে রাসায়নিক সংযোগ উপস্থিত হইলে জল উৎপন্ন হয়, ইহা তিনিই প্রথমে আবিষ্কার করেন।

জলের উপাদান—তড়িৎ-প্রবাহ দ্বারা জলকে হাইড্রোজেন্ ও অক্সিজেনে বিশ্লেষণ করিতে পারা যায়; এইরূপে বিযুক্ত দুইটী গ্যাসের আয়তন মাপ করিলে দেখা যায় যে হাইড্রোজেনের আয়তন অক্সিজেনের আয়তন অপেক্ষা দ্বিগুণ। তড়িৎ-প্রবাহ দ্বারা জলের বিশ্লেষণ-প্রক্রিয়া পূর্ব্বেই প্রদর্শিত হইয়াছে (৩৫ পরীক্ষা দেখ)। পরীক্ষার নিমিত্ত যে দুইটী নল (৪৪শ চিত্র, খ ও গ) গৃহীত হইয়াছে, তাহাদিগের একটীতে (খ) অক্সিজেন্ ও অপরটীতে (গ) দ্বিগুণ আয়তনের হাইড্রোজেন্ সঞ্চিত হইয়াছে। ইহা দ্বারা প্রমাণিত হয় যে জলের উপাদান দুই আয়তন হাইড্রোজেন্ ও এক আয়তন অক্সিজেন্।

পশ্চাদ্বর্ণিত যন্ত্র (৬০ চিত্র) সাহায্যেও আমরা তড়িৎ-প্রবাহ দ্বারা জলকে বিশ্লেষণ করিতে পারি।

৮৩ পরীক্ষা।—এই যন্ত্রটীর তিনটী নলের (ক, খ, গ) মধ্যে পরস্পর এরূপ সংযোগ আছে যে, (গ) নলে জল ঢালিলে উহা অপর দুইটী নলে প্রবেশ করিতে পারে। ক ও খ নলের উর্দ্ধমুখ এক একটী সূক্ষ্ম ছিদ্রযুক্ত কাচের ছিপি দ্বারা আবদ্ধ এবং নিম্ন প্রদেশে এক একটী প্ল্যাটিনম্ ধাতুর তার কাচ ভেদ করিয়া নলের মধ্যে প্রবেশ করিয়াছে। নলের অভ্যন্তরস্থিত তারের প্রান্তভাগে এক একখানি প্ল্যাটিনম্ ধাতু-ফলক সংলগ্ন রহিয়াছে। দুইটী কাচের ছিপি খুলিয়া (গ) নলসংযুক্ত গোলকের মুখে একটী ফনেল্(Funnel) লাগাইয়া তন্মধ্যে অল্প সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ মিশ্রিত জল ঢাল এবং (ক) ও (খ) নল জলপূর্ণ হইলেই দুইটী ছিপি বন্ধ করিয়া দাও ও জল ঢালা বন্ধ কর। এক্ষণে প্ল্যাটিনম্ তার দুইটীর বহিঃপ্রান্ত (ঘ ও চ) ৪টী কোষযুক্ত গ্রোভের তড়িৎ-কোষাবলীর সহিত সংযুক্ত করিলেই নলের অভ্যন্তরস্থ জলমধ্যে তড়িৎ-প্রবাহ সঞ্চালিত হইবে এবং জল বিশ্লিষ্ট হইয়া দুইটী গ্যাসে পরিণত হইবে। (ক) নলে যে পরিমাণ গ্যাস্ সঞ্চিত হয়, (খ) নলে তাহার দ্বিগুণ পরিমাণ গ্যাস্ উৎপন্ন হইবে। এক্ষণে কাচের ছিপি খুলিয়া দিলেই এই দুইটী গ্যাস্ নির্গত হইতে থাকিবে। (ক) নল হইতে নির্গত গ্যাসের মধ্যে একটী অগ্নিমুখ দীপশলাকা ধারণ কর, উহা তৎক্ষণাৎ প্রজ্বলিত হইয়া উঠিবে। (খ) নল হইতে নির্গত গ্যাসে একটী আলোক সংযুক্ত কর, উহা অল্প শব্দ করিয়া জ্বলিয়া উঠিবে। এতদ্দ্বারা

৬০ চিত্র।

প্রমাণিত হয় যে জল বিশ্লিষ্ট হইয়া (ক) নলে অক্সিজেন্‌ ও (খ) নলে হাইড্রোজেন্‌ সঞ্চিত হইয়াছে, এবং জলে যে পরিমাণ অক্সিজেন্‌ থাকে, হাইড্রোজেনের পরিমাণ তদপেক্ষা দ্বিগুণ। তড়িৎ ভালরূপে পরিচালন করিবার নিমিত্ত জলের সহিত অল্প পরিমাণে সল্‌ফিউরিক্‌ এসিড মিশ্রিত করিবার প্রয়োজন হয়।

এক্ষণে দেখা যাউক যে দুই আয়তন হাইড্রোজেন্‌ ও এক আয়তন অক্সিজেনের রাসায়নিক মিলন উপস্থিত হইলে জল প্রস্তুত হয় কি না।

৮৪ পরীক্ষা।—ইউডিয়মিটার্‌ (Eudiometer) নামক কতিপয় কিউবিক্‌ সেন্টিমিটারে বিভক্ত একটা কাচ নির্ম্মিত একমুখ খোলা নল পারদ দ্বারা পূর্ণ করতঃ নিম্নমুখ করিয়া পারদপূর্ণ অপর একটা পাত্রে স্থাপন কর। নলের বদ্ধমুখের দুই পার্শ্বে দুইটা ক্ষুদ্র প্ল্যাটিনম্‌ তার কাচ ভেদ করিয়া নলের অভ্যন্তরে প্রবিষ্ট থাকে। এক আয়তন অক্সিজেন্‌ ও দুই আয়তন হাইড্রোজেন্‌ গ্যাস্‌ নলের মধ্যে প্রবেশ করাও। পরে নলের খোলামুখ বৃদ্ধাঙ্গুলি বা একখণ্ড রবর্‌ দ্বারা সুদৃঢ়রূপে আবদ্ধ করতঃ উপরোক্ত দুইটি প্ল্যাটিনম্‌ তারের বহির্ম্মুখ তড়িৎ-কোষাবলীর সহিত সংযুক্ত একটা প্রবর্ত্তন কুণ্ডলের দুই প্রান্তের সহিত সংলগ্ন করিয়া নলের অভ্যন্তরে তড়িৎ-স্ফুলিঙ্গ উৎপাদন করিলে অক্সিজেন্‌ ও হাইড্রোজেনের রাসায়নিক মিলন উপস্থিত হইয়া জল

প্রস্তুত হইবে। এক্ষণে নলের মুখ হইতে অঙ্গুলি বা রবর্ অপসারিত করিলে পারদ উর্দ্ধে উত্থিত হইয়া নলের যে স্থানে গ্যাস্ সঞ্চিত ছিল, তাহা অধিকার করিবে।

উপরোক্ত পরীক্ষায় নলের মধ্যে যে জল উৎপন্ন হইয়া থাকে, তাহার পরিমাণ এতই অল্প যে উহা ইউডিয়মিটারের মধ্যে অকিঞ্চিৎকর মাত্র স্থান অধিকার করে; সুতরাং যে স্থান ইতিপূর্ব্বে ২ আয়তন হাইড্রোজেন্ ও ১ আয়তন অক্সিজেন্ দ্বারা অধিকৃত ছিল, তাহা এক্ষণে পারদ দ্বারা পূর্ণ হইয়া থাকে। যদি দুই আয়তন হাইড্রোজেন্ ও এক আয়তন অক্সিজেন্, এই পরিমাণ ভিন্ন অপর কোন পরিমাণে জল উৎপন্ন হইত, তাহা হইলে ইউডিয়মিটারের মধ্যে হাইড্রোজেন্ বা অক্সিজেনের কিয়দংশ অবশিষ্ট থাকিত, সুতরাং পরীক্ষান্তে নলের সমস্ত স্থান পারদ কখনই অধিকার করিতে পারিত না।

এতদ্দ্বারা প্রমাণিত হয় যে দুই আয়তন হাইড্রোজেন্ এক আয়তন অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া জল প্রস্তুত করে। অন্যবিধ পরীক্ষা দ্বারা স্থিরীকৃত হইয়াছে যে দুই ভাগ ওজনের হাইড্রোজেন্ ১৬ ভাগ ওজনের অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া জল প্রস্তুত করে, একারণ জলের সাঙ্কেতিক চিহ্ন H_2O এবং ইহার আণবিক গুরুত্ব ১৮ (H_2 = ২ + O = ১৬) = ১৮।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম—বিশুদ্ধ জল স্বচ্ছ এবং বর্ণ, গন্ধ ও স্বাদবিহীন। জল একস্থানে অধিক পরিমাণে অবস্থিতি করিলে নীলবর্ণ দেখায়। সমুদ্র ও গভীর জলাশয়ের জল এই কারণে নীল বলিয়া প্রতীত হয়।

পূর্ব্বে ধারণা ছিল যে আকাশের বর্ণ প্রতিফলিত হইয়া সমুদ্রের জলের বিভিন্ন বর্ণ উৎপাদন করে। বর্ত্তমান সময়ে পণ্ডিতগণের মত এই যে জলের সূক্ষ্ম অণু সমূহ দ্বারা সূর্য্যালোক চতুর্দ্দিকে বিক্ষিপ্ত হইয়া সমুদ্র জলের গাঢ় নীলবর্ণ উৎপাদন করে। বিক্ষিপ্ত আলোক-রশ্মির দৈর্ঘ্যের ন্যূনাধিক্য অনুসারে জলের বর্ণ এবং উক্ত বর্ণের গাঢ়ত্বের প্রভেদ লক্ষিত হয়।

জলের প্রাকৃতিক আকার তিন প্রকার; তাপ-মাত্রা ভেদে ইহা কঠিন, তরল ও বাষ্পাকারে অবস্থিতি করে।

অতি শীতল হইলে যখন জল বরফ হইয়া জমিয়া যায়, তখন উহার তাপ-মাত্রা $0^\circ C$। যতক্ষণ বরফ গলিতে থাকে, ততক্ষণ উহার ঐ একই তাপ-মাত্রা থাকে, কিন্তু একেবারে গলিয়া যাইবার পর জলের তাপ-মাত্রা ক্রমশঃ বাড়িতে থাকে।

O°C ও ১০০°C এর মধ্যে যে কোন তাপমাত্রার জল তরল অবস্থায় থাকে।

সহজ (Normal) বায়ু-চাপে (৩০ ইঞ্চি বা ৭৬০ মিলিমিটার্) ১০০°C তাপ-মাত্রায় জল ফুটিয়া থাকে। অত্যুচ্চ পর্ব্বতের উপর বায়ু-চাপ (Atmospheric preassure) অপেক্ষাকৃত অল্প, সুতরাং তথায় ১০০°C অপেক্ষা ন্যূন তাপ-মাত্রায় জল ফুটিয়া থাকে। জল ফুটিবার তাপ-মাত্রার ন্যূনাধিক্য লক্ষ্য করিয়া কোন্ স্থান কত উচ্চ, তাহা নির্ণয় করিতে পারা যায়।

পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে যে বরফ যতক্ষণ গলিতে থাকে, উহার তাপ-মাত্রা O°C এর অধিক হয় না, এবং জল যখন সহজ বায়ু চাপে ফুটিতে থাকে, তখন উহার তাপ-মাত্রা ১০০°C এর অধিক হয় না। এই দুই তাপমাত্রা পরিবর্ত্তনশীল নহে বলিয়া সেন্টিগ্রেড্ তাপমান-যন্ত্র নির্ম্মাণকালে ইহারা নিম্নাঙ্ক এবং ঊর্দ্ধাঙ্ক রূপে গৃহীত হয় (১২ পৃষ্ঠা দেখ)।

যদিও ১০০°C তাপ-মাত্রায় জল ফুটে ও বাষ্পাকারে উড়িয়া যায়, তথাপি সহজ তাপ মাত্রাতেও (Ordinary temperature) জল হইতে অদৃশ্যভাবে বাষ্প উত্থিত হয়। কোন পাত্রে অল্প জল ঢালিয়া অনাবৃত অবস্থায় রাখিয়া দিলে দুই এক দিবসের মধ্যেই পাত্রটী শুষ্ক হইতে দেখা যায়। ভিজা কাপড় টাঙ্গাইয়া দিলে উহা শীঘ্র শুষ্ক হইয়া যায়। ইহার কারণ এই যে জল সহজ তাপ-মাত্রাতেও অদৃশ্য বাষ্পাকারে পরিণত হইয়া উড়িয়া যায়।

নদী, হ্রদ, সমুদ্র প্রভৃতি জলাশয় হইতে জল এইরূপে বাষ্পাকারে ঊর্দ্ধে উত্থিত হইয়া বায়ু মধ্যে জলবাষ্পরূপে অদৃশ্যভাবে অবস্থিতি করে। জল-বাষ্প বায়ু মধ্যে অল্লাধিক পরিমাণে সর্ব্বদাই অদৃশ্যভাবে বিদ্যমান থাকে। বায়ু মধ্যে জল বাষ্পের পরিমাণ অল্প থাকিলে উক্ত বায়ু জলকে অধিকপরিমাণে বাষ্পের আকারে শোষণ করিতে সক্ষম হয়। শীতকালের বায়ুতে জল-বাষ্পের পরিমাণ অল্প থাকে ; বর্ষাকালের বায়ুতে উহা অধিক পরিমাণে থাকে, সেই জন্য ভিজা কাপড় বর্ষাকালে অধিক বিলম্বে শুষ্ক হয়। এইরূপে সমুদ্র, হ্রদ প্রভৃতি জলাশয় হইতে জল প্রতিনিয়ত বাষ্পাকারে ঊর্দ্ধে উত্থিত হইয়া বায়ুর জলত্ব সম্পাদন করে এবং মেঘ, বৃষ্টি, শিলা, শিশির, কুজ্ঝটিকা, তুষারপাত প্রভৃতি নৈসর্গিক ঘটনা উৎপাদন করে।

জলের প্রসারণ ও সঙ্কোচন—তাপ সংযোগে পদার্থের প্রসারণ এবং শৈত্য সংযোগে সঙ্কোচন একটী সাধারণ প্রাকৃতিক নিয়ম হইলেও জল সম্বন্ধে ইহার কিঞ্চিৎ ব্যতিক্রম লক্ষিত হইয়া থাকে। জল শীতল হইলে ৪°C পর্য্যন্ত আয়তনে সঙ্কুচিত হয়, কিন্তু ইহার ন্যূন তাপ-মাত্রায় সঙ্কুচিত না হইয়া ক্রমশঃ আয়তনে প্রসারিত হইয়া অবশেষে O°C তাপ মাত্রায় বরফ হইয়া জমিয়া যায়। এস্থলে দেখা যাইতেছে যে ৪°C তাপ-মাত্রায় জলের যে আয়তন থাকে, O°C তাপ-মাত্রা শীতল হইলে উহার আয়তনের বৃদ্ধি সংসাধিত হয়, সুতরাং যে পরিমাণ জল ৪°Cতে এক ছটাক পাত্রে ধরে, তাহা উক্ত তাপ-মাত্রার ঊর্দ্ধে বা নিম্নে আনীত হইলে সেই পাত্রে তাহার আর স্থান সঙ্কুলান হয় না, প্রসারণ দ্বারা আয়তনের বৃদ্ধি হেতু কিয়দংশ পড়িয়া যায়। জল ৪°C তাপ-মাত্রায় সম্পূর্ণ সঙ্কুচিত হইয়া সমধিক ঘনত্ব প্রাপ্ত হয় বলিয়া ঐ তাপ-মাত্রার এক ছটাক জল অপর যে কোন তাপ-মাত্রার এক ছটাক জল অপেক্ষা অধিক ভারী। এজন্য ৪°C তাপ-মাত্রা, জলের ঘনত্বের সর্ব্বোচ্চ সীমা (Maximum Density of Water) রূপে পরিগণিত হয়।

জলের প্রসারণ ও সঙ্কোচন সম্বন্ধে এই বিশেষ নিয়ম শীত-প্রধান দেশে জলজন্তুদিগের জীবন ধারণের পক্ষে বিশেষ উপযোগী। শীতকালে নদী, হ্রদ, সমুদ্র প্রভৃতি জলাশয়ের উপরিভাগস্থ জল বায়ু-সংস্পর্শে শীতল হইলে গুরুত্ব-হেতু জলাশয়ের তলদেশে নামিয়া যায় এবং নিম্নস্থ অপেক্ষাকৃত উষ্ণ জল লঘুভার হেতু উপরে ভাসিয়া উঠে; কিন্তু পরক্ষণেই শীতল বায়ু-সংস্পর্শে উহা পূর্ব্ববৎ শীতল হইয়া গুরুভার হেতু পুনরায় নামিয়া যায় এবং নিম্নস্থ অপেক্ষা-কৃত উষ্ণ জল পূর্ব্বের ন্যায় উপরে ভাসিয়া উঠে। এইরূপে জলাশয়ের সমুদয় জলভাগ ক্রমে ৪°C তাপ-মাত্রায় উপনীত হয়। পরে উপরিভাগের জলাংশ অধিকতর শীতল অর্থাৎ উহার তাপ-মাত্রা ৪°Cএর ন্যূন হইলে প্রসারণ অর্থাৎ আয়তনের বৃদ্ধি হেতু নিম্নস্থিত জলাংশ অপেক্ষা লঘুভার হইয়া জলাশয়ের উপরিভাগেই অবস্থিতি করে এবং ক্রমে অধিকতর শীতল হইয়া O°C তাপ-মাত্রায় উপনীত হইলে বরফের আকারে জমিয়া যায় ও আয়তনের বৃদ্ধি হেতু উপরে ভাসিতে থাকে। বরফ তাপ-অপরিচালক বলিয়া জলাশয়ের নিম্নস্থ জলাংশের উত্তাপ অপহরণ করিতে পারে না, এজন্য

উহা 4°C তাপ-মাত্রায় তরল অবস্থায় থাকিয়া যায়, সুতরাং তন্মধ্যে জলজন্তু নিরাপদে অবস্থান করে। এরূপ সুন্দর প্রাকৃতিক নিয়ম না থাকিলে শীত-প্রধান দেশে শীতকালে জলাশয়ের সমস্ত জলভাগই বরফ হইয়া জমিয়া যাইত এবং জলজন্তুগণ কঠিন বরফের চাপে নিষ্পেষিত হইয়া এককালে বিনাশ প্রাপ্ত হইত।

আয়তনের প্রসারণে শক্তির বিকাশ—পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে যে জল বরফ হইলে উহার আয়তনের বৃদ্ধি সাধিত হয়। পর্ব্বতের ফাটলের ভিতর অধিক পরিমাণ জল এককালে জমিয়া বরফ হইলে উহার আয়তনের বৃদ্ধি হেতু এত শক্তির বিকাশ হয় যে পর্ব্বতের কঠিন দেহও শতধা বিদীর্ণ হইয়া যায়।

৮৫ পরীক্ষা।—একটী ক্ষুদ্র লৌহনির্ম্মিত বোতল জল দ্বারা পরিপূর্ণ করিয়া স্ক্রু পাকযুক্ত লৌহনির্ম্মিত ছিপি দ্বারা উহার মুখ বন্ধ করিয়া দাও এবং একটী পাত্রে অধিক পরিমাণ বরফ ও লবণ একত্রে মিশ্রিত করিয়া তন্মধ্যে ঐ বোতলটী নিমজ্জিত করিয়া রাখ। অর্দ্ধ ঘন্টা পরে বোতলটী বাহির করিলে দেখিতে পাইবে যে উহা ফাটিয়া গিয়াছে।

বোতলটীর মধ্যে যদিও অতি অল্প পরিমাণ মাত্র জল ধরে কিন্তু সেই সামান্য পরিমাণ জল বরফ হইয়া জমিবার সময় উহার আয়তনের বৃদ্ধি হেতু এত শক্তির বিকাশ হয় যে এরূপ পুরু লোহার বোতলও বিদীর্ণ হইয়া যায়। বরফের প্রসারণের নিমিত্ত উহার মধ্যে কিঞ্চিৎ স্থান থাকিলে এরূপ হয় না।

জলের প্রচ্ছন্ন-তাপ—কোন কঠিন পদার্থ তরলাবস্থা প্রাপ্ত অথবা কোন তরল পদার্থ বাষ্পাকারে পরিণত হইবার সময় তাপের প্রয়োজন হয়। বরফ কঠিন পদার্থ, উহা তাপ সংযুক্ত হইলে দ্রব হইয়া তরল জলে পরিণত হয়। কিন্তু তাপমান-যন্ত্র দ্বারা পরীক্ষা করিলে দেখা যায় যে বরফ গলিয়া জল হইবার সময় দ্রবীভূত জল ও বরফের তাপ-মাত্রা একই থাকে অর্থাৎ 0°C হয়। অতএব স্বতঃই প্রশ্ন হইতে পারে যে কঠিন বরফ দ্রব হইয়া জল অর্থাৎ তরল অবস্থা প্রাপ্ত হইতে তাপের প্রয়োজন হয় কি না? বরফ তরল অবস্থায় পরিণত হইতে অবশ্যই তাপের প্রয়োজন হয়, কিন্তু সেই তাপ তাপমান-যন্ত্র দ্বারা নিরূপণ করিতে পারা যায় না। বরফকে শুদ্ধ তরলাবস্থায় রাখিবার জন্যই তাপের প্রয়োজন হয় এবং উহা প্রচ্ছন্নভাবে জলের মধ্যে

অবস্থিতি করে। যদি ৭৯°C তাপ-মাত্রার অর্দ্ধসের জল অর্দ্ধসের বরফের সহিত মিশ্রিত করা যায়, তাহা হইলে ঐ মিশ্রিত একসের জলের তাপ-মাত্র বরফের তাপ-মাত্রাতেই রহিয়া যায়। এক্ষণে জিজ্ঞাস্য হইতে পারে যে অর্দ্ধসের জলের যে ৭৯°C তাপ-মাত্রা ছিল, সেই তাপ কোথায় অদৃশ্য হইল? এখানে অর্দ্ধসের বরফকে তরল অবস্থায় পরিণত করিতে ৭৯°C তাপের প্রয়োজন হইয়াছে, কিন্তু ঐ তাপ প্রচ্ছন্নাবস্থায় একসের জলের মধ্যেই থাকে, তাপমান দ্বারা উহা নির্দ্দিষ্ট হয় না। এই তাপকে জলের প্রচ্ছন্ন-তাপ (Latent heat of water) কহে।

বরফ গলিয়া জল হইবার সময় তাপ প্রচ্ছন্ন থাকে বলিয়া প্রকৃতি মধ্যে অশেষ মঙ্গল সংসাধিত হয়। শীতকালে অত্যুচ্চ পর্ব্বতের শৃঙ্গদেশে প্রচুর পরিমাণে বরফ পতিত হয়; গ্রীষ্মের প্রারম্ভে তাপাধিক্য হেতু ঐ বরফ অল্পে অল্পে গলিতে আরম্ভ হয় এবং দ্রবীভূত জল পর্ব্বতবাহিনী নির্ঝরিণী দ্বারা প্রবাহিত হইয়া সমতল ভূমির উপর দিয়া নদীর আকারে সমুদ্রে পতিত হয়। বরফ গলিবার সময় তাপ যদি প্রচ্ছন্ন না হইয়া পরিস্ফুট হইত, তাহা হইলে উক্ত তাপ পর্ব্বতশৃঙ্গে সঞ্চিত অনন্ত-বিস্তৃত বরফরাশিকে এককালে অল্প সময়ের মধ্যেই দ্রবীভূত করিয়া ফেলিত; সুতরাং সাগর পরিমাণ বারিরাশি প্রচণ্ডবেগে পর্ব্বতশিখর হইতে সমতল ভূমিতে প্রবাহিত হইলে সমস্ত দেশ প্রতিবৎসর এরূপে জলপ্লাবিত হইত যে উহা মনুষ্য ও অন্যান্য স্থলজন্তুগণের বাসের অনুপযোগী হইত। জলের প্রচ্ছন্ন-তাপরূপ ধর্ম্মই আমাদিগকে এই বিপদ হইতে রক্ষা করিয়াছে।

জল সহজ তাপ-মাত্রায় অথবা উত্তাপ সংযোগে যখনই বাষ্পাকারে পরিণত হয়, তখনই কতক পরিমাণে উহার তাপ অপহৃত অর্থাৎ প্রচ্ছন্ন (Latent) হইয়া যায়। সুতরাং জল যাহার মধ্যে বা সংস্পর্শে থাকে, তাহা শীতল হয় অর্থাৎ উহার তাপ-মাত্রা কমিয়া যায়। ফুটন্ত জলকে বাষ্পাকারে রাখিবার জন্য যে তাপ-মাত্রার প্রয়োজন হয় অথচ যে তাপ-মাত্রা তাপমান দ্বারা নির্ণয় করিতে পারা যায় না (কারণ ফুটন্ত জল ও উষ্ণ জল-বাষ্পের তাপ-মাত্রা একই অর্থাৎ ১০০°C), তাহাকে জল-বাষ্পের প্রচ্ছন্ন-তাপ (Latent heat of steam) কহে।

জলের দ্রবণ ধর্ম্ম—জলের আর একটি ধর্ম্ম এই যে উহা খনিজ,

উদ্ভিজ্জ ও জীবজ নানা প্রকার পদার্থকে দ্রব করিতে সক্ষম। একটী পাত্রে জল রাখিয়া তন্মধ্যে কিঞ্চিৎ লবণ বা চিনি ফেলিয়া দিলে উহা অত্যল্পকাল মধ্যে জলে দ্রবীভূত হইয়া যায়। জলের এই দ্রবণ ধর্ম্ম যে আমাদের বিশেষ কার্য্যোপযোগী, সে বিষয়ে সন্দেহ নাই, কিন্তু এই ধর্ম্ম স্থলবিশেষে আমাদিগের পক্ষে অনিষ্টের কারণও হইয়া থাকে। জলের প্রধান ব্যবহার পানার্থে; পানীয় জল যত বিশুদ্ধ হয়, ততই মঙ্গলকর; কিন্তু জলের দ্রবণ-গুণ পানীয় জলের বিশুদ্ধতা রক্ষণপক্ষে প্রধান অন্তরায়, কারণ ভূমির উপর বা উহার মধ্য দিয়া জল যখন প্রবাহিত হয়, তখন এই দ্রবণ-ধর্ম্ম হেতু নানাবিধ খনিজ ও অর্গানিক্ পদার্থ তন্মধ্যে দ্রব হইয়া উহাকে দূষিত করে।

প্রাকৃতিক জল (Natural Waters)--বিশুদ্ধ জল প্রকৃতিমধ্যে প্রাপ্ত হওয়া যায় না। বৃষ্টির জলই সর্ব্বাপেক্ষা বিশুদ্ধ বলিয়া পরিগণিত হয়, কিন্তু আকাশ হইতে ভূতলে পতিত হইবার সময় এমোনিয়া প্রভৃতি কতিপয় গ্যাস্ এবং ভূমিতে পড়িলে নানাবিধ অর্গানিক্ ও খনিজ পদার্থ মিশ্রিত হইয়া কিয়ৎপরিমাণে উহার বিশুদ্ধতা নাশ করে। বৃষ্টির জল সাবধানে সংগৃহীত হইলে সকল জল অপেক্ষা বিশুদ্ধ।

কূপ, পুষ্করিণী, নদী ও প্রস্রবণের জল আমাদিগের দেশে পানীয়রূপে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। গভীর কূপ ও প্রস্রবণের জল পানের পক্ষে বিশেষ উপযোগী; স্বল্প গভীর কূপ, সাধারণ পুষ্করিণী বা নদীর জল নানা কারণে দূষিত হইয়া থাকে, একারণ উক্ত জল অনেক সময়ে পানের পক্ষে সম্পূর্ণ অনুপ-যোগী। নদীর জল গতিশীল এবং সূর্য্যকিরণে উত্তপ্ত ও সর্ব্বদা বায়ুতাড়িত হয় বলিয়া উহার দূষিত অংশ শীঘ্র নষ্ট হইয়া যায়; কাঁকর, বালি, কয়লা প্রভৃতি পদার্থ দ্বারা ছাঁকিয়া লইলে উক্ত জল পানের উপযোগী হয়।

যে কূপ বা পুষ্করিণী হইতে পানীয় জল গৃহীত হয়, আমাদের দেশের লোকেরা অজ্ঞতা নিবন্ধন সেই জল নানা প্রকারে দূষিত করিয়া থাকে। জলাশয়ের সন্নিকটে মলমূত্রত্যাগ অতীব অকর্ত্তব্য; বৃষ্টির সময় উহারা ধৌত হইয়া জলাশয়ের মধ্যে পতিত হয় এবং পানীয় জলের সহিত অল্প বা অধিক পরিমাণে উদরস্থ হইয়া থাকে। জলাশয় মধ্যে মলমূত্রত্যাগ, গবাদি পশুদিগের

স্নান, উচ্ছিষ্ট তৈজস সংস্কার, মলিন বস্ত্র ও শয্যাদি ধৌতকরণ ইত্যাদি কার্য্য প্রত্যহ অনুষ্ঠিত হইলেও উক্ত জলাশয় হইতেই পানীয় জল বিনা সঙ্কোচে গৃহীত হইয়া থাকে। বলা বাহুল্য যে এই জল পান করিলে স্বল্পকালের মধ্যে স্বাস্থ্য ভঙ্গ হয় এবং অনেক সময়ে বিসূচিকা প্রভৃতি সংক্রামক রোগে আক্রান্ত হইয়া মৃত্যুমুখে পতিত হইতে হয়। সুখের বিষয় এই যে এক্ষণে সুশিক্ষার বিস্তারে অনেকেই এই কদাচারের অবৈধতা হৃদয়ঙ্গম করিতে পারিয়াছেন এবং জলাশয় সমূহ পবিত্র রাখিবার জন্য সচেষ্ট হইয়াছেন। স্নান, বস্ত্র ধৌত-করণ প্রভৃতি অবশ্য কর্ত্তব্যকার্য্য জলাশয় হইতে জল উত্তোলন করিয়া দূরে কোন স্থানে সম্পন্ন করা উচিত এবং যাহাতে ব্যবহৃত মলিন জল পুনরায় জলাশয়ের জলের সহিত মিশ্রিত হইতে না পারে, তদ্বিষয়ের সুবন্দোবস্ত করা একান্ত আবশ্যক।

কূপের জল বিশুদ্ধ রাখিবার উপায়—কূপের জল বিশুদ্ধ রাখিতে হইলে তৎসম্বন্ধে যে সকল নিয়ম পালন করা উচিত, তাহা নিম্নে বিবৃত হইল :—

১। যেখানে সেখানে কূপ খনন করা উচিত নহে। যে স্থানে মল, মূত্র আবর্জ্জনাদি পরিত্যক্ত হয়, সে স্থানে কূপ খনন করিলে উহার জল শীঘ্রই দূষিত হইয়া পড়ে। যে ভূমিতে জল নিকাশের বন্দোবস্ত নাই, তথায় কূপ খনন করা উচিত নহে। গোরস্থান বা জলাভূমির সন্নিকটে অবস্থিত কূপের জল পান করা একবারেই নিষিদ্ধ। যে স্থানে অধিক সংখ্যক লোকের বাস অথবা অশ্বশালা বা গোশালা অবস্থিত, সে স্থান হইতে দূরে কূপ খনন করা উচিত।

২। কূপের গাত্রের উপরিভাগের দ্বি-তৃতীয়াংশ ইষ্টক বা প্রস্তর দ্বারা পাকা করিয়া গাঁথিয়া দেওয়া উচিত; এতদ্দ্বারা চতুঃপার্শ্বস্থ আর্দ্র ভূমি হইতে কূপের মধ্যে অন্তঃপ্রবাহ (Percolation) নিবারিত হয়। মৃত্তিকা নির্ম্মিত পাড় দ্বারা কূপের গাত্র বাঁধাইয়া দিলে অন্তঃপ্রবাহ সামান্য পরিমাণে নিবারিত হয় মাত্র; পাকা করিয়া গাঁথিয়া দিলে উহা একেবারে নিবারিত হয়।

৩। কূপের চতুঃপার্শ্বস্থ ভূমির জল যাহাতে সম্পূর্ণরূপে নিকাশ হইয়া যায়, তাহার সুবন্দোবস্ত করা বিশেষ প্রয়োজনীয়। জল নিষ্কাশনের উপায় না থাকিলে সমস্ত দূষিত জল অন্তঃপ্রবাহ দ্বারা নিকটস্থ কূপের মধ্যে সঞ্চিত হয়।

৪। কূপের পাড় ভূমি হইতে ২।৩ হাত উচ্চ হওয়া উচিত এবং চতুঃপার্শ্বে ৫।৬ হাত পাকা মেঝে করিয়া বাহিরের দিকে ঢালু করিয়া দেওয়া উচিত। এই উপায়ে কূপের নিকটে জল পড়িলে তাহা বহির্মুখী হইয়া নিকাশ হইয়া যায়, কূপের মধ্যে প্রবেশ করিতে পারে না।

৫। কূপের নিকটে স্নান, বস্ত্রাদি ধৌত বা তৈজস সংস্কার করা উচিত নহে। কূপ

হইতে জল উত্তোলন করিয়া কিয়দ্দূরে ঐ সমস্ত কার্য্য সম্পাদন করা উচিত এবং যাহাতে পরিত্যক্ত জল সুচারুরূপে নিকাশ হইয়া যায়, তাহার সুব্যবস্থা করা কর্ত্তব্য।

৬। যে কোন পাত্র জল উত্তোলনের জন্য কূপের মধ্যে নিমজ্জিত করা উচিত নহে। একটী মাত্র ধাতুনির্ম্মিত পাত্র জল উত্তোলনের জন্য নির্দ্দিষ্ট করিয়া রাখা উচিত। যদি এক পাত্রে সর্ব্বসাধারণের জল লইতে আপত্তি হয়, তাহা হইলে প্রত্যেক পাত্র পূর্ব্বাহ্নে উত্তমরূপে পরিষ্কার করিয়া কূপের মধ্যে নিমজ্জিত করা উচিত।

৭। কলেরা প্রভৃতি সংক্রামক রোগের প্রাদুর্ভাব হইলে কূপের জলে ব্লীচিং পাউডার্ অথবা পার্ম্যাঙ্গ্যানেট্ অফ্ পোটাসিয়ম্ নামক লবণ যোগ করিয়া উহার শোধন করা উচিত। এরূপ অবস্থায় জল ফুটাইয়া পান করিলে বিপদের আশঙ্কা থাকে না।

টিউব্ ওয়েল (Tube-well)—নিম্ন বাঙ্গালা প্রদেশে যেখানেই কূপ খনন করা যাউক না কেন, কূপ বিশেষ গভীর না হইলে ভূমির দোষনিবন্ধন উহা হইতে বিশুদ্ধ পানীয় জল প্রাপ্ত হওয়া অসম্ভব। অধুনা টিউব্-ওয়েল্ নামক এক প্রকার নল-কূপ আবিষ্কৃত হইয়াছে। ইহা সাধারণতঃ ২০।২৫ হাত দীর্ঘ একটী লৌহনির্ম্মিত নল; প্রয়োজন হইলে অন্য নল সংযোগ দ্বারা উহাকে ৫০।১০০।২০০ হাত বা ততোধিক দীর্ঘ করা যাইতে পারে। এই নলের নিম্নদেশ সূচল এবং তন্মধ্যে কতকগুলি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র ছিদ্র একখানি তারের জাল দ্বারা আবৃত থাকে; ঐ সকল ছিদ্র দ্বারা ভূমি হইতে নলের মধ্যে জল প্রবেশ করে। নলটী যন্ত্র সাহায্যে ভূমির মধ্যে প্রোথিত হয়। যতক্ষণ প্রচুর পরিমাণে জল প্রাপ্ত হওয়া না যায়, ততক্ষণ পর্য্যন্ত নল নিম্নে নামাইয়া দেওয়া হয়; পরে পম্প্ (Pump) দ্বারা জল উত্তোলিত হইয়া থাকে। এরূপ একটা দীর্ঘ নল-কূপ দ্বারা শুদ্ধ গভীর নিম্ন স্থান হইতে জল উত্থিত হয়। নল লৌহনির্ম্মিত বলিয়া সরাসি জল নলের গাত্র দিয়া উহার মধ্যে কোন মতেই প্রবেশ করিতে পারে না, সুতরাং টিউব্-ওয়েলের জল সর্ব্বদা বিশুদ্ধাবস্থায় থাকে এবং তন্নিমিত্ত উহা পানের পক্ষে বিশেষ উপযোগী। একটী টিউব্-ওয়েল হইতে যথেষ্ট পরিমাণে জল প্রাপ্ত হওয়া যায়। বাঙ্গালা দেশের পল্লীগ্রামে পানীয় জল সরবরাহের নিমিত্ত টিউব্-ওয়েলের ব্যবহার যতই অধিক প্রচলিত হয়, ততই লোকের স্বাস্থ্যের পক্ষে মঙ্গলকর। একটী অল্প গভীর (৩০।৪০ ফিট্) টিউব্-ওয়েল্ বসাইতে প্রায় ৭০।৮০ টাকা খরচ হয়। গভীর নল-কূপ বসাইতে ৫।৬ হাজার টাকা পর্য্যন্ত ব্যয় হইতে পারে।

পুষ্করিণীর জল বিশুদ্ধ রাখিবার উপায়—যে পুষ্করিণী হইতে পানীয় জল গৃহীত হয়, তাহাকে বিশুদ্ধ রাখিবার জন্য কতকগুলি বিশেষ নিয়ম পালন করা উচিত। নিম্নে এ সম্বন্ধে কতিপয় নিয়ম সংক্ষেপে বিবৃত হইল :—

১। মনুষ্যাবাস হইতে কিছু দূরে পানীয় জলের নিমিত্ত পুষ্করিণী খনন করা উচিত। পুষ্করিণীর পাড় এরূপ উচ্চ হওয়া উচিত যে চতুঃপার্শ্বস্থ ভূমিখণ্ড হইতে জল কোনমতে পুষ্করিণীর মধ্যে প্রবেশ করিতে না পারে। পুষ্করিণীর চতুঃপার্শ্বে লোকের বাস করা উচিত নহে।

২। পুষ্করিণীর জল যাহাতে সর্ব্বদা বায়ু-তাড়িত ও রৌদ্র-সেবিত হয়, তাহার বন্দোবস্ত করা উচিত। চতুর্দ্দিকে বড় গাছ থাকিলে রৌদ্র প্রবেশ ও বায়ু সঞ্চালনের ব্যাঘাত হয় এবং অনবরত রাশি রাশি বৃক্ষপত্র জলমধ্যে পতিত হয় এবং পচিয়া জলকে দূষিত করে, এজন্য পুষ্করিণীর ধারে বা চতুঃপার্শ্বে অধিক গাছপালা হইতে দেওয়া উচিত নহে। জলের মধ্যে শৈবালাদি * যে সকল উদ্ভিদ্ জন্মে, তাহারা অক্সিজেন্ প্রদান করিয়া জলের অর্গানিক্ দূষিতাংশ কিয়ৎপরিমাণে নাশ করে, সুতরাং তাহাদের উচ্ছেদ সাধন শ্রেয়স্কর নহে। পুষ্করিণীর মধ্যে রুই, কাত্‌লা, বেলে, খল্‌সে, কই, তেচোকো, পুঁটি প্রভৃতি মৎস্য থাকিলে জল পরিষ্কার থাকে ; ইহারা মশকদিগের ডিম্ব ও শাবক ভক্ষণ করিয়া ম্যালেরিয়ার পরিব্যাপ্তি নিবারণ করে।

৩। পুষ্করিণীর চতুঃপার্শ্বস্থ ভূমির জল নিষ্কাশনের সুবন্দোবস্ত করা উচিত, নচেৎ আর্দ্র ভূভাগ হইতে দূষিত জল অন্তঃপ্রবাহ দ্বারা ক্রমাগতঃ পুষ্করিণীর মধ্যে সঞ্চারিত হইতে থাকে।

৪। পুষ্করিণীর মধ্যে স্নান, মলিন বস্ত্রাদি ধৌত বা শয্যাদি পরিষ্কার করা একেবারেই অকর্ত্তব্য। পুষ্করিণী হইতে দূরে সানবাঁধান স্থান প্রস্তুত করিয়া তথায় উত্তোলিত জলে স্নান ও বস্ত্রাদি ধৌত করা উচিত এবং যাহাতে পরিত্যক্ত জল ভূমিতে শোষিত না হইয়া দূরে নিষ্কাশিত হইয়া যায়, তাহার সুব্যবস্থা করা উচিত। পল্লীগ্রামে পুষ্করিণীর অভাব নাই ; পানীয় জলের নিমিত্ত দুই একটী পুষ্করিণী পূর্ব্বকথিত নিয়মে স্বতন্ত্র রাখিয়া অপরগুলিতে মনুষ্য ও পশুদিগের স্নানাদি কার্য্য সম্পন্ন করিলে বিশেষ অসুবিধাও হয় না এবং স্বাস্থ্যের পক্ষেও মঙ্গলজনক। যে পুষ্করিণীতে রজকেরা বস্ত্র ধৌত করে, তাহার জল একেবারেই অব্যবহার্য্য।

৫। সংক্রামক রোগস্পৃষ্ট তৈজস বা বস্ত্রাদি অথবা কোন ব্যক্তিকে পুষ্করিণীর সংস্পর্শে আসিতে দেওয়া উচিত নহে।

---

* রক্তকম্বল, ঝাঁঝি, দাম, পাটাশেওলা প্রভৃতি জলজ উদ্ভিদ্ পুষ্করিণীর মধ্যে থাকিলে জল পরিষ্কৃত হয়। পদ্ম ও পানা অধিক পরিমাণে জন্মিলে জল দূষিত হয় কিন্তু অল্পপরিমাণে থাকিলে জল ভাল থাকে।

৬। কোন স্থানে সংক্রামক রোগ আবির্ভূত হইলে তথায় যে যে পুষ্করিণীর জল পানীয়রূপে ব্যবহৃত হয়, তাহা ব্লীচিং পাউডার্ বা পার্ম্যাঙ্গানেট্ অফ্ পোটাসিয়ম্ নামক লবণ-সংযোগে শোধন করিয়া লওয়া উচিত। এরূপ অবস্থায় জল ফুটাইয়া পান করিলে কোন বিপদের আশঙ্কা থাকে না।

নদীর জল—স্বল্পগভীর কূপ বা পুষ্করিণীর জল অপেক্ষা নদীর জল বিশুদ্ধ ও পানোপযোগী; কিন্তু আমাদের দেশে এমন অনেক নদী আছে, যাহাতে মোটেই স্রোত নাই অথচ মাঠ ও গ্রাম হইতে দূষিত জল আসিয়া তন্মধ্যে পতিত হয়। এই সকল নদীর জল সাধারণ পুষ্করিণীর জল অপেক্ষা বিশুদ্ধ নহে, সুতরাং পানের পক্ষে অনুপযোগী। প্রচুরসলিলবিশিষ্টা স্রোতস্বিনী নদীর জলই পানের পক্ষে উপযোগী। যদিও নদীতে তীরস্থ গ্রাম হইতে নানাপ্রকার দূষিত পদার্থ পতিত হয় এবং নদীতীরস্থ কল কারখানা হইতে দূষিত জল ও ময়লা পড়ে ও মনুষ্য বা পশুদিগের মৃতদেহ মধ্যে মধ্যে তন্মধ্যে নিক্ষিপ্ত হয়, তথাপি নদীর জল গতিশীল এবং সর্ব্বদা বায়ু-তাড়িত ও রৌদ্র-সেবিত হয় বলিয়া উহার অধিকাংশ দূষিত পদার্থ শীঘ্রই নষ্ট হইয়া যায়। নদীতে সর্ব্বদা প্রচুর পরিমাণে জল বহমান হয় বলিয়া দূষিত পদার্থ অধিক জলের সহিত মিশ্রিত হইয়া পরিমাণে কমিয়া যায়, সুতরাং উহার অনিষ্টকারী ক্ষমতার হ্রাস হয়। নদীর জল পান করিবার প্রধান আপত্তি এই যে উহা ঘোলা, বিশেষতঃ বর্ষাকালে উহা কর্দ্দমপূর্ণ থাকে। জল পরিস্কৃতকরণ সম্বন্ধে যে নিয়মগুলি পরে বিবৃত হইবে, তদবলম্বনে নদীর ঘোলা জল সহজেই স্বচ্ছ ও শোধিত হইয়া পানের উপযোগী হইতে পারে।

পানীয় জল—পানীয় জল নির্ম্মল, স্বচ্ছ, স্বাদ ও গন্ধবিহীন এবং বায়ু-মিশ্রিত হওয়া উচিত। বায়ু মিশ্রিত হইলে জলের দূষিত পদার্থ কিয়ৎপরিমাণে নষ্ট হইয়া যায়, এজন্য পানীয় জলকে ব্যবহারের পূর্ব্বে কয়েকবার উচ্চস্থান হইতে কেবল পাত্রান্তরিত করিলেও উহা উৎকর্ষ লাভ করে। কিন্তু জল স্বচ্ছ অথবা স্বাদ ও গন্ধবিহীন হইলেই যে পানের উপযুক্ত হয়, তাহা নহে। সময়ে সময়ে বিশেষ বিশেষ দূষিত পদার্থ জলের মধ্যে দ্রব থাকিয়া উহার স্বাদ, গন্ধ বা স্বচ্ছতার কোন ব্যতিক্রম ঘটায় না, অথচ ঐ জল পান করিলে রোগ উৎপন্ন হয়। যদি কোন সূত্রে ওলাউঠা রোগের বীজাণু জলের সহিত মিশ্রিত হয়, তাহা হইলে

জলের পূর্ব্বোক্ত গুণ সম্বন্ধে কিছুমাত্র বৈলক্ষণ্য দৃষ্ট না হইলেও সেই জল পান করিলে যে ওলাউঠা রোগে আক্রান্ত হইতে হইবে, তাহাতে অণুমাত্র সন্দেহ নাই। তবে যে জল দুর্গন্ধযুক্ত, বিস্বাদ ও ঘোলা, তাহা কদাচ পানের উপযোগী নহে। দূষিত জল পান করিলে শীঘ্র বা বিলম্বে স্বাস্থ্য ভঙ্গ হইবার সম্ভাবনা, এজন্য এক্ষণে সর্ব্বত্রই জল রাসায়নিক প্রণালী মতে (Chemical analysis) এবং রোগোৎপাদক বীজাণু সম্বন্ধে পরীক্ষিত (Bacteriological analysis) হইয়া পানের জন্য ব্যবহৃত হয়।

জলের পরীক্ষা।

ক। স্বচ্ছতা ও বর্ণ—দুইটী লম্বমান কাচ পাত্রের একটীতে পরীক্ষাধীন জল ও অপরটীতে সম পরিমাণ চোলাই করা জল (Distilled water) রাখিয়া তুলনার দ্বারা পরীক্ষাধীন জলের স্বচ্ছতা ও বর্ণ নিরূপিত হইয়া থাকে।

খ। গন্ধ—একটী বড় কাচ-কুপীর মধ্যে পরীক্ষাধীন জল ঢালিয়া উত্তমরূপে আলোড়ন করতঃ আঘ্রাণ লইলে উহার দুর্গন্ধ নিরূপণ করিতে পারা যায়। এরূপে গন্ধ না পাইলে কুপীর জলে উত্তাপ প্রয়োগ করিলে জলের দুর্গন্ধ অনুভূত হয়।

গ। আস্বাদন—মুখে করিলেই জলের আস্বাদন অনুভূত হয়। যাহাদিগের কলিকাতার কলের জল পান করা অভ্যাস, তাহারা পুষ্করিণী বা অপর কোন জলাশয়ের জল পান করিলেই উভয়ের স্বাদের পার্থক্য অনুভব করিতে পারে। বিস্বাদ জল সর্ব্বদা স্বাস্থ্যের প্রতিবন্ধকতা সাধন না করিলেও উহা পান করিয়া তৃপ্তিলাভ করা যায় না।

পানীয় জলে যে যে দূষিত পদার্থ থাকে এবং যে প্রণালী মতে তাহাদিগের রাসায়নিক পরীক্ষা করা যায়, নিম্নে তাহা সংক্ষেপে বর্ণিত হইল :—

১। ক্লোরিণ্ (Chlorine)—চোলাই করা জল (Distilled water) ব্যতীত অপর সকল জলেই ক্লোরাইডের আকারে ক্লোরিণ্ অল্পাধিক পরিমাণে বিদ্যমান থাকে। ক্লোরাইড্ দিগের মধ্যে সোডিয়ম্ ক্লোরাইড্ (খাদ্য লবণ) সমুদ্র ও তন্নিকটস্থ নদী প্রভৃতি অন্যান্য জলাশয়ের জলে অধিক পরিমাণে অবস্থিত করে। ক্যাল্সিয়ম্ প্রভৃতি ধাতুর ক্লোরাইড্ও সামান্য পরিমাণে জলের সহিত মিশ্রিত থাকে। জলের সহিত মূত্র বা মল কোনরূপে মিশ্রিত হইলে ক্লোরাইডের পরিমাণ অত্যধিক হয়, কিন্তু কোন কোন ভূমি স্বতঃই এতাদৃশ লবণাক্ত যে মলমূত্র মিশ্রিত না হইলেও উক্ত ভূমিস্থিত জলাশয়ের জলে লবণ প্রচুর পরিমাণে অবস্থিতি করে। জ ক্লোরিণের পরিমাণ নিরূপণ করিয়া উহা হইতে ক্লোরাইডের পরিমাণ নির্দ্ধারিত হইয়া থাকে। উৎকৃষ্ট পানীয় জলের প্রতি ১,০০,০০০ ভাগে এক ভাগেরও কম ক্লোরিণ্ থাকা উচিত। নির্দ্দিষ্ট ওজনের নাইট্রেট্ অফ্ সিল্ভার্ চোলাই করা জলে দ্রব করিয়া উক্ত দ্রাবণ পানীয় জলের ক্লোরিণের পরিমাণ নির্দ্ধারণের নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়।

২। ইনর্গানিক্ ও অর্গানিক্ এমোনিয়া (Inorganic or Free and Organic or Albuminoid Ammonia)—জলে এমোনিয়া-ঘটিত লবণ ও উদ্ভিজ্জ বা জীবজ পদার্থ দ্রব থাকিলে উহা পানের নিতান্ত অনুপযোগী হয়। প্রায় সকল জলেই এই সকল পদার্থ অল্পাধিক পরিমাণে বর্ত্তমান থাকে; জলস্থিত এমোনিয়া-ঘটিত লবণ সাধারণতঃ ইনর্গানিক্ এমোনিয়া এবং উদ্ভিজ্জ বা জীবজ পদার্থ অর্গানিক্ এমোনিয়া নামে অভিহিত হয়। পানীয় জলে ইর্গানিক্ এমোনিয়া প্রতি ১,০০,০০০ ভাগে ·০১ ভাগ এবং অর্গানিক্ এমোনিয়া ·০৪ ভাগের অধিক থাকা উচিত নহে; ইহার অধিক থাকিলে ঐ জল পানের অনুপযোগী হয়। এই দুই পদার্থ জলে অধিক পরিমাণে থাকিলে জানা যায় যে জলের উৎপত্তি-স্থল উদ্ভিজ্জ বা জীবজ দূষিত পদার্থ দ্বারা সংক্রামিত। অর্গানিক্ এমোনিয়ার ন্যায় ইনর্গানিক্ এমোনিয়া তত অনিষ্টকর নহে। চুণ ও পার্ম্যাঙ্গানেট্ অফ্ পটাশ্ (Permanganate of Potash) নামক লবণ জলে যোগ করিলে উভয় প্রকার এমোনিয়া নষ্ট হইয়া যায়। পুষ্করিণী ও কূপের জল পানোপযোগী করিবার জন্য চূণ ও পার্ম্যাঙ্গানেট্ অফ্ পটাশ্ জলের মধ্যে নিক্ষিপ্ত হইয়া থাকে।

কার্ব্বনেট্ অফ্ সোডা পরীক্ষাধীন জলে মিশ্রিত করিয়া চোলাই করিলে ইনর্গানিক্ এমোনিয়া নির্গত হয়; তৎপরে ঐ জলে কষ্টিক পটাশ্ ও পার্ম্যাঙ্গানেট্ অফ্ পটাশের দ্রাবণ পুনরায় যোগ করিয়া পুনরায় চোলাই করিলে অর্গানিক্ এমোনিয়া নির্গত হইয়া থাকে। নেজ্লারের দ্রাবণ (Nessler's Solution) দ্বারা উহাদিগের পরিমাণ নিরূপিত হয়।

পোটাসিয়ম আইওডাইড্, মার্কিউরিক্ ক্লোরাইড্, কষ্টিক্ পটাশ্ এবং চোলাই করা জল নির্দ্দিষ্ট পরিমাণে মিশ্রিত করিয়া নেজ্লারের দ্রাবণ প্রস্তুত হইয়া থাকে। এমোনিয়া সংযোগে ইহা পাটল বর্ণ ধারণ করে।

৩। নাইট্রেট্ ও নাইট্রাইট্ (Nitrates and Nitrites)—এই দুই পদার্থ জলে অধিক পরিমাণে থাকিলে পূর্ব্বে কোন সময়ে উক্ত জলের উৎপত্তিস্থল যে উদ্ভিজ্জ বা জীবজ দূষিত পদার্থে সংক্রামিত ছিল, তাহা প্রমাণিত হয়। পানীয় জলে ইহাদিগের পরিমাণ প্রতি ১,০০,০০০ ভাগে ৫ ভাগের অধিক হওয়া উচিত নহে। ইহারা অর্গানিক্ বা ইনর্গানিক্ এমোনিয়ার ন্যায় অনিষ্টকর পদার্থ নহে; কিন্তু জলে নাইট্রাইট্ থাকিলে বুঝা যায় যে ঐ জলের উৎপত্তিস্থল অল্পদিন পূর্ব্বে উদ্ভিজ্জ বা জীবজ পদার্থ দ্বারা সংক্রামিত ছিল, সুতরাং উহা পানার্থে ব্যবহার করা উচিত নহে।

প্রথমতঃ এলুমিনিয়ম্ ধাতুর ফলক ও কষ্টিক্ পটাশের দ্রাবণ পরীক্ষাধীন জলে যোগ করিলে জলস্থিত নাইট্রেট্ ও নাইট্রাইট্ এমোনিয়াতে পরিণত হয়; পরে উহাকে চোলাই করিলে এমোনিয়া গ্যাস্ নির্গত হয় এবং নেজ্লারের দ্রাবণ দ্বারা পূর্ব্ববৎ পরীক্ষিত হইয়া থাকে। এই এমোনিয়ার পরিমাণ হইতে নাইট্রেট্ ও নাইট্রাইটের পরিমাণ নিরূপিত হয়।

৪। দ্রবীভূত কঠিন পদার্থ (Dissolved Solids)—জলমাত্রেই খনিজ ও অর্গানিক্ কঠিন পদার্থ অল্পাধিক পরিমাণে দ্রব হইয়া রহে। পানীয় জলে দ্রবীভূত কঠিন পদার্থের সমষ্টি

প্রতি ১,০০,০০০, ভাগে ৪০ ভাগের অধিক হওয়া উচিত নহে। সচরাচর ২৫০ কিউবিক্ সেণ্টিমিটার্ জল কোন পাত্রে রাখিয়া স্বেদ-যন্ত্রে (Water bath) শুষ্ক করিলে পাত্রস্থিত শুষ্ক পদার্থের ওজন দ্বারা দ্রবীভূত কঠিন পদার্থের পরিমাণ অবগত হওয়া যায়। এই শুষ্ক পদার্থ পোড়াইলে যদি অধিক কৃষ্ণবর্ণ হয়, তাহা হইলে উহার মধ্যে অর্গানিক্ পদার্থ অধিক পরিমাণে আছে, জানিতে পারা যায়; এরূপ জল পানের পক্ষে অনুপযোগী। জলের মধ্যে নাইট্রেট্, নাইট্রাইট্ ও সল্‌ফেট্ আছে কি না, তাহা জানিবার নিমিত্ত এই দগ্ধাবশিষ্ট পদার্থ পরীক্ষিত হইয়া থাকে।

৫। কাঠিন্য (Hardness)—জলে সাবান ঘসিলে ফেনা উৎপন্ন হয়। কোন জলে অল্প মাত্র সাবান ঘসিলেই বেশী ফেনা উৎপন্ন হয়, আবার কোন জলে অধিক পরিমাণে সাবান ঘসিলেও শীঘ্র ফেনা হয় না অথবা অত্যল্প মাত্র ফেনা উৎপন্ন হয় এবং তাহাও অতি শীঘ্র ভাঙ্গিয়া যায়। সাবান ঘসিয়া ভালরূপ ফেনা না হইলে জল 'কঠিন" বা "কড়া" (Hard) বলিয়া নির্দ্ধারিত হয় এবং সহজে ফেনা হইলে "কোমল" বা "মিঠা" (Soft) নামে অভিহিত হইয়া থাকে। জলে ক্যাল্‌সিয়ম্ ও ম্যাগ্‌নেসিয়ম্ ধাতুর কার্ব্বনেট্, সল্‌ফেট্, ক্লোরাইড্ প্রভৃতি লবণ অধিক পরিমাণে থাকিলে উহা "কঠিন" বা "কড়া" বলিয়া উক্ত হয়; এরূপ জলে বস্ত্রাদি ধৌত করিলে অধিক সাবান নষ্ট হইয়া যায়। জলের কাঠিন্য, স্থায়ী (Permanent) ও অস্থায়ী (Temporary) রূপে নির্দ্দিষ্ট হইয়া থাকে এবং উহাদের সমষ্টিকে মোট কাঠিন্য (Total Hardness) বলা যায়। ক্যাল্‌সিয়ম্ ও ম্যাগ্‌নেসিয়ম্ ধাতুদ্বয়ের সল্‌ফেট্, নাইট্রেট্ বা ক্লোরাইড্ জলের মধ্যে দ্রব থাকিলে স্থায়ী কাঠিন্য উৎপন্ন হয়, কিন্তু উক্ত ধাতুদ্বয়ের কার্ব্বনেট্, কার্ব্বনিক্ এসিডের সাহায্যে বাই-কার্ব্বনেট্ রূপে জলে দ্রবীভূত থাকিয়া জলের অস্থায়ী কাঠিন্য উৎপন্ন করে।

সকল জলেই স্থায়ী ও অস্থায়ী দুই প্রকার কাঠিন্যই অল্পাধিক পরিমাণে বিদ্যমান থাকে। জল ফুটাইলে কার্ব্বনিক্ এসিড্ বহির্গত হইয়া যায়, সুতরাং ক্যাল্‌সিয়ম্ ও ম্যাগ্‌নেসিয়ম্ ধাতুর কার্ব্বনেট্ সকল উহাতে আর দ্রবীভূত থাকিতে না পারিয়া পাত্রের তলদেশে চূর্ণাকারে অধঃস্থ হইয়া পড়ে; এইরূপে জলের অস্থায়ী কাঠিন্য দূরীভূত হইয়া যায়। জলে চূণ যোগ করিলেও উহার অস্থায়ী কাঠিন্য দূরীভূত হয়। জলের স্থায়ী কাঠিন্য কার্ব্বনেট্ অফ্ সোডা সংযোগে দূরীভূত হইতে পারে। নির্দ্দিষ্ট পরিমাণ নরম সাবান (Soft soap) শোধিত সুরায় দ্রব করতঃ উক্ত দ্রাবণ পরীক্ষাধীন জলে যোগ করিয়া উহার মোট কাঠিন্যের পরিমাণ নির্ণীত হইয়া থাকে। প্রথমতঃ জলের মোট কাঠিন্য নির্ণয় করিয়া উক্ত জলকে ফুটাইয়া উহার অস্থায়ী কাঠিন্য দূরীভূত করিতে হয়; পরে ঐ ফুটন্ত জলের কাঠিন্য নির্ণয় করিলেই উহা স্থায়ী কাঠিন্যের, এবং মোট কাঠিন্য হইতে উহাকে বাদ দিলে অস্থায়ী কাঠিন্যের পরিমাণ নিরূপিত হইয়া থাকে।

সীস-মিশ্রিত জল।—কখন কখন কলের জল সীস-ধাতু-নির্ম্মিত নল দ্বারা বাহিত বা সীস নির্ম্মিত বৃহৎ পাত্রমধ্যে রক্ষিত হয়। জলের মধ্যে কার্ব্বনিক্

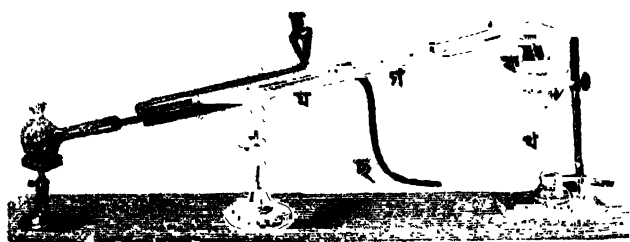
এসিড্, নাইট্রেট্ বা ক্লোরাইডের পরিমাণ অধিক থাকিলে নল বা পাত্রের সীস অল্প মাত্রায় জলের মধ্যে দ্রবীভূত হয়; কিন্তু সল্‌ফেট্ বা কার্ব্বনেট্ থাকিলে জল সীস দ্বারা সংক্রামিত হয় না, কারণ সীস ধাতুর এই সকল যৌগিক জলে দ্রবণীয় নহে। তবে জলমধ্যে যদি কার্ব্বনিক্ এসিডের পরিমাণ অধিক থাকে, তাহা হইলে সীস ধাতুর কার্ব্বনেট্ প্রথমতঃ প্রস্তুত হইয়া পরে উহা কার্ব্বনিক্ এসিড্ সাহায্যে জলে দ্রব হয়। সীস-মিশ্রিত উক্ত জল কিছু দিন পান করিলে শরীরে সীস-ঘটিত বিষ-লক্ষণ প্রকাশ পায়।

৮৬ পরীক্ষা।—সীস-মিশ্রিত জল একটী লম্বমান কাচ পাত্রে রাখিয়া উহাতে অল্পপরিমাণ হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ ও সল্‌ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেনের দ্রাবণ যোগ কর, জল কৃষ্ণবর্ণ ধারণ করিবে।

জল পরিষ্কৃত করিবার উপায় (Purification of water)।

প্রধানতঃ কি কি উপায়ে দূষিত জল শোধিত হইয়া পানের উপযোগী হইতে পারে, এক্ষণে সংক্ষেপে তাহাই আলোচিত হইবে।

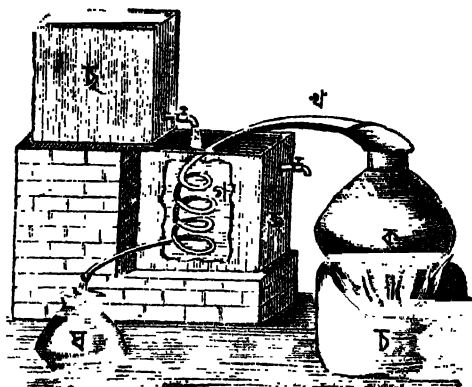
১ম। চোলাই করণ (Distillation)—এই প্রক্রিয়া দ্বারা জলের দুই একটী বায়বীয় দূষিত পদার্থ (Gaseous impurities) ব্যতীত আর সমস্তই দূরীকৃত হয়। জল পরিষ্কার করিবার ইহাই সর্ব্বশ্রেষ্ঠ উপায়। খাদ্য-লবণ, চূণঘটিত লবণ, অর্গানিক্ পদার্থ, রোগোৎপাদক বীজাণু প্রভৃতি যে সকল দূষিত পদার্থের উল্লেখ করা গিয়াছে, জল চোলাই করিলে সে সমস্তই দূরীভূত হয়। তবে জল চোলাই হইলে উহার মধ্যে বায়ু থাকে না বলিয়া উহা কিঞ্চিৎ বিস্বাদ বোধ হয়; কয়েকবার ঊর্দ্ধস্থান হইতে পাত্রান্তরিত করিলে এই দোষের নিরাকরণ হইয়া থাকে।

তাপ সংযোগে জলকে বাষ্পে পরিণত করিয়া শৈত্য সংযোগে ঐ বাষ্পকে পুনরায় তরলাবস্থায় আনয়ন করিলেই চোলাই করা জল প্রস্তুত হয়। সামান্য পরিমাণ জল চোলাই করিবার জন্য যে যন্ত্র (Condenser) ব্যবহৃত হয়, পর-পৃষ্ঠায় তাহার চিত্র প্রদর্শিত হইল।

৬১ চিত্র।

(ক) একটী কাচনির্ম্মিত রিটর্ট্। উহার মধ্যে জল রাখিয়া নীচে গ্যাস্ বাতি (খ) দ্বারা উত্তাপ প্রয়োগ করিলে জল ফুটিয়া বাষ্পাকারে (গ) নলের মধ্যে প্রবিষ্ট হয়।* (গ) নল আর একটী বৃহদায়তন কাচ নল (ঘ) মধ্যে এরূপ ভাবে অবস্থিত যে উহাদিগের উভয়ের মধ্যস্থলে কিয়ৎপরিমাণ স্থান থাকে এবং ঐ স্থান শীতল জল দ্বারা সর্ব্বদা পরিপূর্ণ থাকে। (ঘ) চিহ্নিত নলের উপরে ও নীচে দুইটী ছিদ্র থাকে। একটী ছিদ্রে একটী ফনেল্ (চ) ও অপরটীতে একটী রবরের নল (ছ) সংযুক্ত থাকে। ফনেল্ মধ্যে শীতল জল ঢালিলে উহা (ঘ) নলের মধ্যে প্রবিষ্ট হয় এবং (গ) নলস্থিত উত্তপ্ত জল বাষ্প সংস্পর্শে উষ্ণ হইয়া (ছ) চিহ্নিত রবরের নল দ্বারা নির্গত হয়। এইরূপে (ঘ) নলস্থিত শীতল জল-প্রবাহ (ক) চিহ্নিত রিটর্ট্ হইতে নির্গত (গ) নলস্থিত উষ্ণ জল-বাষ্পকে শীতল করতঃ ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র জলকণায় পরিণত করে; উহারা ক্রমে বৃহদাকার ধারণ করিয়া একটী কাচ-কূপীতে (জ) বিন্দু বিন্দু রূপে পতিত হয়; ইহাই চোলাই করা জল।

বৃষ্টির জল প্রাকৃতিক নিয়মে চোলাই হইয়া থাকে, কিন্তু নীচে নামিবার সময় বায়ু-মণ্ডলস্থিত নানাবিধ গ্যাস্ ও ভাসমান কঠিন পদার্থের সহিত মিশ্রিত হয় বলিয়া উহাকে সম্পূর্ণ বিশুদ্ধ জল বলা যাইতে পারে না।

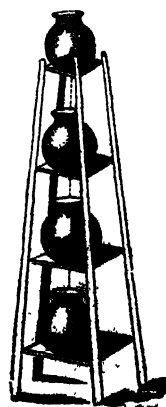
মফঃস্বলে ওলাউঠা প্রভৃতি মহামারীর আবির্ভাবের সময়ে পানীয় জল চোলাই করিয়া লইলে কোন বিপদের আশঙ্কা থাকে না। পানার্থে জল চোলাই করিতে অধিক ব্যয় হয় না, তবে একটু তত্ত্বাবধানের প্রয়োজন। একটী গৃহস্থের এক সপ্তাহের ব্যবহারের জল একদিনে চোলাই করা যাইতে পারে।

পানীয় জল সম্বন্ধে চোলাই করিবার উপায় নিম্নে প্রদর্শিত হইল। তাম্রনির্ম্মিত একটী হাঁড়ি, একখানি সরা ও একটী জড়ানে নল এবং দুইটী চৌবাচ্ছা চোলাই করিবার জন্ম এস্থলে ব্যবহৃত হইয়াছে।

৭২ চিত্র।

(ক) একটী বড় তামার হাঁড়ি, (খ) একখানি নলযুক্ত তামার সরা, (গ) একটী তামার জড়ানে নল এবং (ছ ও জ) দুইটী চৌবাচ্ছা। দুইটী চৌবাচ্ছার মধ্যে একটী অপরটী অপেক্ষা কিঞ্চিদূর্দ্ধ স্থানে অবস্থিত থাকে। দুইটী চৌবাচ্ছাই জল-পূর্ণ করিয়া নীচের চৌবাচ্ছার মধ্যে জড়ানে নলটী নিমজ্জিত রাখিতে হইবে। (ক) পাত্র মধ্যে জল রাখিয়া উহা (চ) উনানে উত্তপ্ত করিলে জল বাষ্পাকারে পরিণত হইয়া (গ) নলের মধ্যে প্রবেশ করে এবং নলটী শীতল জলের মধ্যে নিমজ্জিত থাকে বলিয়া উক্ত জল-বাষ্প ঘনীভূত হইয়া পুনরায় জলবিন্দুতে পরিণত হয়। (গ) নলের অভ্যন্তরস্থিত উষ্ণ জল-বাষ্পের সংস্পর্শে নীচের চৌবাচ্ছার জল উষ্ণ হয়। নীচের চৌবাচ্ছা হইতে উষ্ণ জল নির্গমনের একটী পথ থাকে; ঐ পথ দিয়া উষ্ণজল ক্রমাগত অল্পে অল্পে বাহির হইয়া যায় কিন্তু উপরের চৌবাচ্ছা হইতে শীতল জল নীচের চৌবাচ্ছায় অবিশ্রান্ত পতিত হয় বলিয়া নীচের চৌবাচ্ছার জল বরাবরই শীতল থাকে। চৌবাচ্ছা দুইটী অপরিস্কৃত জলে পূর্ণ থাকিলে কোন ক্ষতি নাই, কেন না ইহা জড়ান নলের বাহিরে থাকে, সুতরাং উহার অভ্যন্তরস্থ জল-বাষ্পের সহিত কোন মতে মিশ্রিত হইয়া তাহাকে দূষিত করিবার সম্ভাবনা নাই। চোলাই করা জল জড়ানে নলের মধ্য দিয়া (ঘ) পাত্রে অল্পে অল্পে পতিত হইতে থাকে। জল ফুটাইবার জন্য একটী পাতুরে কয়লার উনান (চ) প্রস্তুত করিতে হয়। চৌবাচ্ছা দুইটীর এবং তাম্র পাত্রের জল কমিয়া গেলে তন্মধ্যে জল ঢালিয়া দিবার এবং মধ্যে

মধ্যে উনানে কয়লা দিবার আবশ্যক হয়, সুতরাং চোলাই করিবার সময় অন্ততঃ তিন চারি ঘণ্টা একজন লোকের মাঝে মাঝে সেখানে উপস্থিত থাকা প্রয়োজন। জল তোলা ও তদারক করা বাটীর একটী ভৃত্যের দ্বারা অনায়াসে সম্পন্ন হইতে পারে। একটী বড় গৃহস্থের এক সপ্তাহের ব্যবহারের পানীয় জল চোলাই করিতে এক টাকার অধিক খরচ হয় না। ফলতঃ যদি এ বিষয়ের বৃত্তান্ত আনুপূর্ব্বিক জানা থাকে, তাহা হইলে পল্লীগ্রামের বর্দ্ধিষ্ণু গৃহস্থ মাত্রেই অন্ততঃ ওলাউঠা ও টাইফয়েড্ জ্বরের প্রাদুর্ভাবের সময় পানীয় জল চোলাই করিবার বন্দোবস্ত করিতে পারেন।

ইতিপূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে যে চোলাই করা জল পান করিতে বিস্বাদ বোধ হয়; কিন্তু ঐ জল উচ্চ স্থান হইতে এক পাত্র হইতে অন্য পাত্রে কয়েকবার ঢালিলে উহা বায়ু-মিশ্রিত হইয়া সুস্বাদ হইয়া থাকে।

২। ছাঁকন (Filtration)—জল উত্তমরূপে ছাঁকিয়া লইলে মাটী, কুটা প্রভৃতি যে সকল কঠিন পদার্থ উহার মধ্যে ভাসমান থাকে, তাহা সম্পূর্ণরূপে পরিত্যক্ত হয় এবং উহার দ্রবীভূত দূষিত অংশও কিয়ৎপরিমাণে নষ্ট হইয়া যায়। কয়লা, বালি, কাঁকর, স্পঞ্জের ন্যায় সছিদ্র এক প্রকার লৌহ (Spongy Iron), কয়লা ও বালির জমাট (Silicated Carbon), চুম্বক ধর্ম্মাক্রান্ত লৌহ (Magnetic Iron) প্রভৃতি নানাবিধ পদার্থ ছাঁকনিরূপে ব্যবহৃত হয়। আমাদের দেশে রেলওয়ে ষ্টেশনে ও মফঃস্বলস্থ হাসপাতালে বালি ও কয়লাপূর্ণ চারিটী মৃন্ময় কলস একটী কাষ্ঠাধারের উপর উপর্য্যুপরি রাখি অল্প খরচে ছাঁকা হইয়া থাকে; কিন্তু ওলাউঠা, টাইফয়েড্ প্রভৃতি রোগের প্রাদুর্ভাবসময়ে এরূপ ছাঁকনির উপর আদৌ বিশ্বাস করা যায় না, কারণ এরূপ ছাঁকনি দ্বারা রোগের বীজাণু জল হইতে একেবারে দূরীভূত হয় না। উপরের তিনটী কলসের প্রত্যেকটির তলদেশে একটী সূক্ষ্ম ছিদ্র থাকে এবং তাহা খড়, বস্ত্রখণ্ড বা সূত্র দ্বারা বন্ধ করিয়া দেওয়া হয়। উপরের কলসের মধ্যে নদী, পুষ্করিণী বা কূপ হইতে উত্তোলিত জল রক্ষিত হয়; মধ্যের দুইটী কলস কয়লা ও বালি দ্বারা পরিপূর্ণ থাকে এবং সর্ব্বনিম্ন কলসের মুখ একখণ্ড বস্ত্র দ্বারা

৬৩ চিত্র।

আবৃত থাকে। ছাঁকা জল অল্পে অল্পে পতিত হইয়া উহার মধ্যে সঞ্চিত হয়। পূর্ব্ব পৃষ্ঠায় ইহার একটী চিত্র (৬৩ চিত্র) প্রদর্শিত হইল।

তিনটী কলসীর পরিবর্ত্তে একটী বড় কাঠের টব্ (Tub) কাঁকর ও পরিষ্কৃত বালি দ্বারা পূর্ণ করিয়া উহার নিম্নদেশে একটী কলের মুখ (Tap) লাগাইয়া দিলে উহাও একটী গার্হস্থ্য ফিল্টারের (Domestic Filter) কার্য্য করে।

বার্কফেল্ড্ (Berkefeld) এবং পাষ্টুর্ চেম্বর্ল্যাণ্ড্ (Pasteur Chamberland) নামক দুই প্রকার ছাঁকনি এক্ষণে ব্যবহৃত হইতেছে। ইহারা অতি সূক্ষ্ম ছিদ্রযুক্ত দুইমুখবন্ধ পোর্সিলেন্-নির্ম্মিত কতকগুলি নল বিশেষ। পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণিত হইয়াছে যে এই দুই ছাঁকনি দ্বারা জল ছাঁকিলে বিসূচিকা প্রভৃতি সংক্রামক রোগের বীজ ছাঁকনির মধ্যে অবরুদ্ধ হইয়া থাকে, সুতরাং ছাঁকা জলে সংক্রামকতা দোষ থাকে না।

আমরা কলিকাতায় যে কলের জল পান করিয়া থাকি, তাহা সহরের ১৬ মাইল দূরে বারাকপুরের নিকট হুগলী নদীর তীরস্থ ফল্তা নামক স্থানে ছাঁকা হইবার পর সহর মধ্যে আনীত হয়। হুগলী নদীর জল দুই একদিন স্থিরভাবে ধরিয়া রাখিয়া পরে বালি ও কাঁকর দ্বারা পরিপূর্ণ কতকগুলি বৃহদাকার চৌবাচ্ছার মধ্যে অল্পে অল্পে প্রবেশ করান হয়। বালি ও কাঁকরের মধ্য দিয়া প্রবাহিত হইলে জলস্থিত ভাসমান সমস্ত পদার্থ তন্মধ্যে অবরুদ্ধ হইয়া যায় এবং দ্রবীভূত অর্গানিক্ দূষিত পদার্থও কিয়ৎপরিমাণে নষ্ট হইয়া যায়। কলের জল পানের পক্ষে বিশেষ উপযোগী। অধুনা বঙ্গদেশের বড় বড় সহরে পানীয় জল ছাঁকিবার সুবন্দোবস্ত করা হইয়াছে।

৩য়। জল ফুটান (Boiling)—ইতিপূর্ব্বে কথিত হইয়াছে যে জল ছাঁকিয়া লইলে উহার দূষিত পদার্থ কিয়ৎপরিমাণে নষ্ট হয় মাত্র, কিন্তু প্রথমতঃ ফুটাইয়া শীতল করতঃ ছাঁকিয়া লইলে উহা পানের সম্পূর্ণ উপযোগী হইয়া থাকে। জল সাধারণ ছাঁকনি দ্বারা ছাঁকা হইলে তন্মধ্যস্থ সংক্রামক রোগোৎপাদক বীজ একেবারে বিদূরিত হয় না, কিন্তু জল ফুটাইলে সমস্ত বীজাণু মরিয়া যায়, সুতরাং জলের সংক্রামকতা দোষ একেবারে নষ্ট হইয়া যায়। এজন্য কোনরূপ সংক্রামক রোগের প্রাদুর্ভাবের সময়ে জল প্রথমতঃ ফুটাইয়া

পরে ছাঁকিয়া পানীয়রূপে ব্যবহার করিলে কোন অনিষ্টপাতের আশঙ্কা থাকে না।

অপরিষ্কৃত জল ব্যবহার করিলে উৎকট উৎকট রোগ জন্মিয়া থাকে। বিসূচিকা, টাইফয়েড্ জ্বর, রক্তামাশয় প্রভৃতি রোগের বীজ দ্বারা সংক্রামিত জল পান করিলে ঐ সকল রোগ জন্মিবার সম্ভাবনা। যদিও কখন কখন এরূপ দেখা যায় যে বহু দিন ব্যাপিয়া অপরিষ্কৃত জল পান করিলেও কোনরূপ রোগের লক্ষণ প্রকাশ পায় না, কিন্তু ইহাতে স্বাস্থ্যের এরূপ হানতা উপস্থিত হয়, যে সামান্য রোগের আক্রমনেই অনেক সময়ে মৃত্যুমুখে পতিত হইতে হয়। জল উত্তমরূপে ফুটাইলে তন্মধ্যস্থ অনেকানেক দূষিত পদার্থ (বিশেষতঃ বিসূচিকা, টাইফয়েড্ জ্বর প্রভৃতি সংক্রামক রোগের বীজ) একেবারে নষ্ট হইয়া যায়। নিতান্ত দূষিত জলও ফুটাইয়া শীতল করিলে উৎকৃষ্ট জলের অভাবে পানের জন্য ব্যবহৃত হইতে পারে।

৪র্থ। পরিষ্কৃত করণের অন্যান্য উপায়—জলে ফট্‌কিরি চূর্ণ যোগ করিলে উহা অতি শীঘ্র পরিষ্কৃত হয় এবং তন্মধ্যস্থ ভাসমান দূষিত পদার্থ অধঃস্থ হইয়া যায়। কেহ কেহ বলেন যে ফট্‌কিরি দ্বারা জলের সংক্রামিতা দোষও কতক পরিমাণে নষ্ট হয়। এরূপ সহজ লভ্য উপকারী পদার্থ পল্লীগ্রামস্থ প্রত্যেক লোকেরই জল পরিষ্কারার্থ ব্যবহার করা উচিত।

"নির্ম্মলা" নামক ফল জলাধারের অভ্যন্তরে ঘসিয়া দিলে ঘোলা জল শীঘ্র নির্ম্মল হইয়া যায়।

চূণ, ব্লীচিং পাউডার্ ও পার্ম্যাঙ্গ্যানেট্ অফ্ পটাশ্ যোগ করিয়া জল পরিষ্কৃত করা হয়, ইহা ইতিপূর্ব্বে উল্লিখিত হইয়াছে। ওলাউঠা, টাইফয়েড্ জ্বর প্রভৃতি রোগের বীজ ব্লীচিং পাউডার্ বা পার্ম্যাঙ্গ্যানেট্ অফ্ পটাশ্ সংযোগে একেবারে নষ্ট হইয়া যায়। মফঃস্বলে ওলাউঠার প্রাদুর্ভাব হইলে যে কূপ বা পুষ্করিণী হইতে পানীয় জল ব্যবহৃত হয়, তাহা ব্লীচিং পাউডার্ অথবা পার্ম্যাঙ্গ্যানেট্ অফ্ পটাশ্ দ্বারা শোধিত করিয়া লওয়া উচিত। যতক্ষণ জল ঈষৎ গোলাপী বর্ণ না হয়, ততক্ষণ পর্য্যন্ত জলে পার্ম্যাঙ্গ্যানেট্ যোগ করা উচিত।

এলুমিনো-ফেরিক্ নামক পদার্থের ১ গ্রেণ্ ১ গ্যালন্ ঘোলা জলে যোগ করিলে ভাসমান পদার্থ অধঃস্থ হইয়া জল পরিষ্কৃত হয়।

১ ভাগ তুঁতিয়া (Sulphate of Copper) ১ লক্ষ ভাগ জলের সহিত

মিশ্রিত করিলে জলের মধ্যস্থিত রোগোৎপাদক ও অন্যান্য সমস্ত বীজাণু নষ্ট হইয়া যায়। পরীক্ষা দ্বারা ইহাও স্থিরীকৃত হইয়াছে যে তাম্র পাত্রে পানীয় জল রাখিলে জলস্থিত বীজাণু নষ্ট হইয়া যায়।

জলের মধ্যে তড়িৎ-প্রবাহ সঞ্চালন করিলে উহার অনেক দোষ কাটিয়া যায়।

চা জলের সহিত ফুটাইলে জলের কোন কোন দূষিত অংশ নষ্ট হইয়া যায়।

অপরিষ্কৃত জল কোন পাত্রে কিছু কাল রাখিলে পাত্রের তলদেশে বালি, মাটী প্রভৃতি কঠিন পদার্থ অধঃস্থ হইয়া পড়ে এবং জল কিয়ৎপরিমাণে পরিষ্কৃত হয়। পূর্ব্বে কলিকাতায় গঙ্গার জল এইরূপে পরিষ্কৃত হইয়া পানীয় রূপে ব্যবহৃত হইত।

উচ্চ স্থান হইতে কয়েকবার পাত্রান্তরিত করিলেও বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া জল পরিষ্কৃত হয়, ইহা ইতিপূর্ব্বে বর্ণিত হইয়াছে।

জলের সরবরাহ (Water-Supply)—জলের বিশুদ্ধতা যেরূপ আবশ্যক, ব্যবহারের নিমিত্ত উহা প্রচুর পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়াও সেইরূপ প্রয়োজনীয়। পান ব্যতীত দৈনিক সাংসারিক কার্য্যের জন্য আমাদিগের বিস্তর জল আবশ্যক হয়। জল কম হইলে স্নান ভাল হয় না, শয্যা ও বস্ত্রাদি আবশ্যক মত পরিষ্কার করা যায় না, পয়ঃপ্রণালী উত্তমরূপে ধৌত হয় না, গৃহপালিত পশুদিগের স্নান, পান ও তাহাদিগের বাসস্থান পরিষ্কার করা রীতিমত ঘটিয়া উঠে না। সুতরাং মনুষ্য ও পশুগণ সত্বর নানাবিধ রোগাক্রান্ত হইয়া পড়ে। বৃষ্টি না হইলে চৈত্র, বৈশাখ মাসে পল্লীগ্রামে যে দারুণ জলকষ্ট উপস্থিত হয়, তাহা অনেকেই অবগত আছেন। তত্তৎস্থলে জল বিহনে ঐ সময়ে রোগের সমধিক প্রাদুর্ভাব দেখিতে পাওয়া যায়। কলিকাতায় অপর্য্যাপ্ত জল পাওয়া যায় বলিয়া অনেকেই উহা অযথা নষ্ট করিতে সঙ্কোচ বোধ করেন না; যাঁহারা পল্লীগ্রামের জলকষ্ট কখন দেখিয়াছেন, তাঁহারা জলের এরূপ বৃথা অপব্যয় দেখিয়া কষ্ট বোধ করেন।

খনিজ জল (Mineral Water)—কতকগুলি প্রস্রবণ বা কূপের জলে লৌহ বা গন্ধক ঘটিত অথবা অন্যবিধ লবণ এবং কতিপয় গ্যাস্ এত অধিক পরিমাণে দ্রব থাকে যে উক্ত জল সম্পূর্ণরূপে পানের অনুপযোগী

হইলেও ঔষধার্থে ব্যবহৃত হয়। এবম্বিধ জল সেবন বা উহাতে স্নান করিলে কোন কোন দুশ্চিকিৎস্য ব্যাধি হইতে আরোগ্য লাভ করা যায়। যে খনিজ জলে অধিক পরিমাণে লৌহ থাকে, তাহাকে ক্যালিবিয়েট্ (Chalybeate) অর্থাৎ লৌহ-ঘটিত জল কহে ; ট্যন্ব্রিজ্ ওয়েল্সের জল (Tunbridge Wells Water) এই শ্রেণীভুক্ত। সেল্জার্ ওয়াটার্ (Seltzer Water) নামক অপর একটী খনিজ জলে অধিক পরিমাণে কার্ব্বনিক এসিড্ থাকে। হারোগেটের জলে (Harrogate Water) সল্‌ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ বিদ্যমান থাকে। এপ্‌সম্ (Epsom) এবং চেল্টেন্হাম্ (Cheltenham) নামক স্থানের প্রস্রবণের জলে ম্যাগ্‌নেসিয়ম্ সল্‌ফেট্ প্রভৃতি লাবণিক দ্রব্যের পরিমাণ অধিক। ভিশি (Vichy), কার্ল্স্‌ব্যাড্ (Carlsbad), ফ্রেড্‌রিক্‌শল্ (Fredrichshall) প্রভৃতি অপর কয়েকটী খনিজ জল ঔষধার্থে বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

জল-বাষ্প (Aqueous Vapour)—পূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে যে সহজ তাপ-মাত্রায় জল হইতে বাষ্প নিয়ত উত্থিত হইতে থাকে, একারণ বায়ু সর্ব্বদাই সজল অর্থাৎ উহার মধ্যে জল-বাষ্প অল্প বা অধিক পরিমাণে বিদ্যমান থাকে। বায়ু যত অধিক উত্তপ্ত হয়, উহা ততই অধিক পরিমাণে জল-বাষ্প শোষণ করিতে পারে, একারণ গ্রীষ্মকালের বায়ুতে শীতকাল অপেক্ষা অধিক পরিমাণ জল-বাষ্প থাকে।

জল-বাষ্প সহজে আমাদিগের প্রত্যক্ষীভূত হয় না। একটী কাচ-কূপীতে জল ফুটাইলে যে শ্বেতবর্ণ বাষ্প নির্গত হয়, উহাকে আমরা সাধারণতঃ জল বাষ্প বলিয়া থাকি, কিন্তু বাস্তবিক উহা জল বাষ্প নহে। জল-বাষ্প অদৃশ্য, উহা কূপীর মধ্যে ফুটন্ত জলের উপরিস্থিত সমগ্র শূন্য প্রদেশ অধিকার করিয়া থাকে অথচ আমাদিগের দৃষ্টিগোচর হয় না। কূপীর বাহিরে যে শ্বেতবর্ণ বাষ্প উদ্গত হইতে দেখা যায়, তাহা অতি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র জলকণার সমষ্টি মাত্র, জল-বাষ্প নহে। অদৃশ্য জল-বাষ্প কূপী হইতে নির্গত হইবা মাত্র বহিঃস্থ শীতল বায়ুসংস্পর্শে ঘনীভূত হইয়া অসংখ্য ক্ষুদ্র জলবিন্দুতে পরিণত হয় এবং শ্বেতবর্ণ ধূমের আকারে আমাদিগের নয়নগোচর হইয়া থাকে।

কুজ্‌ঝটিকা (Fog)—বহুদূরবিস্তৃত বায়ুরাশির মধ্যে জল-বাষ্প এইরূপে

ঘনীভূত হইয়া কুজ্ঝটিকার আকার ধারণ করে। আর্দ্র ভূভাগের তাপ-মাত্রা তৎসংলগ্ন বায়ু-রাশির তাপ-মাত্রা অপেক্ষা কিঞ্চিদধিক হইলে কুজ্ঝটিকা উৎপন্ন হয়। আর্দ্র ভূভাগ হইতে উত্থিত জল বাষ্প সন্নিকটস্থ শীতল বায়ু সংস্পর্শে ঘনীভূত হইয়া অতি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র জল বিন্দুতে পরিণত হয় এবং কুজ্ঝটিকা বা কুয়াসারূপে আমাদিগের প্রত্যক্ষীভূত হইয়া থাকে।

মেঘ (Cloud)—উপরে উক্ত হইয়াছে যে ভূ-সংলগ্ন বায়ুস্থিত জল-বাষ্প ঘনীভূত হইয়া কুজ্ঝটিকা উৎপন্ন হয়। ঊর্দ্ধতন বায়ুস্থিত জল-বাষ্প শৈত্য সংযোগে ঘনীভূত হইলে মেঘ উৎপন্ন হয়। সূর্য্য সহস্রকিরণ বিস্তার পূর্ব্বক নদী, সমুদ্র ও অন্যান্য জলাশয় হইতে নিয়ত জল শোষণ করিতেছে। শোষিত জল অদৃশ্য বাষ্পরূপে ঊর্দ্ধে উত্থিত হয় এবং ঊর্দ্ধস্থিত শীতল বায়ু সংস্পর্শে ঘনীভূত হইয়া মেঘে পরিণত হয়; ইহা বায়ু সাহায্যে পৃথিবীর চতুর্দ্দিকে ছড়াইয়া পড়ে। মেঘ অতি ক্ষুদ্র জলকণার সমষ্টি মাত্র।

বৃষ্টি (Rain)—সমধিক শীতল বায়ু সংস্পর্শে মেঘের ক্ষুদ্র জলকণা সমূহ একত্রিত হইয়া বৃহদাকার জলকণায় পরিণত হয় এবং গুরুভার হেতু বৃষ্টির আকারে ভূতলে পতিত হয়। বৃষ্টির বিন্দু যত নামিয়া আইসে, ততই বৃহদাকার ধারণ করে; ইহার কারণ এই যে নামিবার সময় বায়ুস্থিত জল-বাষ্প শীতল ক্ষুদ্র বৃষ্টি-বিন্দুর চতুর্দ্দিকে জমিয়া উহার আকারের বৃদ্ধি সাধন করে।

গ্রীষ্ম-প্রধান দেশে সাধারণতঃ অধিক পরিমাণে বৃষ্টিপাত হয়। ইহার কারণ এই যে উক্ত প্রদেশে অধিকতর উত্তাপ হেতু জল-বাষ্প অধিক পরিমাণে ঊর্দ্ধে উত্থিত হয়, সুতরাং অধিক মেঘ সঞ্চিত হয় ও অধিক বৃষ্টিপাত হইয়া থাকে।

শিশির (Dew)—রাত্রিকালে অনাবৃত স্থানে কোন পদার্থের উপর যে জলকণা সঞ্চিত হইয়া থাকে, তাহাকে শিশির কহে। স্থলভাগ দিবামানে সূর্য্য-তাপ গ্রহণ করিয়া উত্তপ্ত হয় এবং রাত্রিকালে তাপরাশি বিকিরণ করিয়া শীতল হইয়া পড়ে। ভূভাগ শীতল হইলে তৎসংলগ্ন সমুদয় পদার্থই শীতলত্ব প্রাপ্ত হয়। ভূ-সংলগ্ন বায়ুস্থিত জল-বাষ্প এই সকল শীতল পদার্থের সংস্পর্শে ঘনীভূত হইয়া জলকণায় পরিণত হয়; ইহাই শিশির নামে অভিহিত। যে পদার্থ যত অধিক তাপ বিকিরণ করে, উহা তত শীঘ্র শীতল হয় এবং উহার

উপরে অগ্রে শিশির-পাত হয়। মাটী, বালি, কাচ এবং বৃক্ষপত্রাদি অতি শীঘ্র তাপ বিকিরণ করে, এজন্য রাত্রিকালে উহারই অধিক পরিমাণে শিশির-সিক্ত হয়। ধাতুনির্ম্মিত পদার্থ সামান্য পরিমাণে তাপ বিকিরণ করে বলিয়া উহাদিগের উপর সহজে শিশির-সম্পাত হয় না।

আকাশ পরিষ্কার অর্থাৎ মেঘশূন্য হইলে অধিক পরিমাণে শিশিরপাত হয়। মেঘাচ্ছন্ন রাত্রিতে ভূভাগ হইতে তাপ উত্তমরূপে বিকীর্ণ হয় না, সুতরাং উহা সমধিক শীতলত্ব প্রাপ্ত হয় না বলিয়া সামান্য মাত্র শিশিরপাত হইয়া থাকে।

হিমানী (Hoar-frost)—যদি ভূভাগ বা তৎসংলগ্ন পদার্থের তাপ-মাত্রা O°Cএর নিম্নে নামিয়া যায়, তাহা হইলে তদুপরি পতিত শিশির-বিন্দু জমাট বাঁধিয়া দানাযুক্ত (Crystalline) বরফের কণায় পরিণত হয়। ইহাকে ইংরাজীতে Hoar-frost কহে। বৃক্ষপত্র, খড়, কুটা প্রভৃতি যে সকল পদার্থ অত্যধিক পরিমাণে তাপ বিকিরণ করে, তাহাদিগের উপরেই হিমানী জমিতে দেখা যায়।

তুষার (Snow)—অত্যধিক শীতল বায়ু-সংস্পর্শে মেঘের তাপ-মাত্রা O°C এর নীচে নামিলে মেঘস্থ ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র জলবিন্দু সমূহ জমাট বাঁধিয়া বরফে পরিণত হয় এবং বায়ু-সমুদ্রে ভাসিতে থাকে; ইহাকে তুষার কহে। উত্তরমেরু প্রদেশে সর্ব্বদাই তুষার পাত হয়, এজন্য উক্ত প্রদেশের স্থল ও জল নিয়ত তুষারাচ্ছন্ন থাকে। অত্যুচ্চ পর্ব্বতের শিখর প্রদেশও এইরূপে নিয়ত তুষারাবৃত থাকে।

করকা, শিলা (Hail)—এদেশে গ্রীষ্মকালের প্রারম্ভে কখন কখন শিলাবৃষ্টি হইয়া থাকে। বৃষ্টিবিন্দু পৃথিবীতে পতিত হইবার সময় যদি অত্যধিক শৈত্য সংযুক্ত হয়, তাহা হইলে জমাট বাঁধিয়া কঠিন শিলাখণ্ডে পরিণত হয় এবং বৃষ্টির সহিত ভূতলে বর্ষিত হয়। মটরের ন্যায় ক্ষুদ্র হইতে কমলালেবু অপেক্ষাও বৃহদাকারের শিলাখণ্ড পতিত হইতে দেখা গিয়াছে।

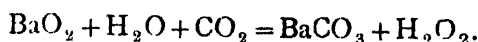
———:*:———

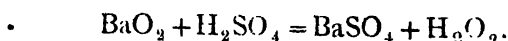
হাইড্রোজেন্ ডাই-অক্সাইড্ বা পারক্সাইড্

সাঙ্কেতিক চিহ্ন H_2O_2 ; আণবিক গুরুত্ব ৩৪।

পূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে যে দুই পরমাণু হাইড্রোজেন্ এক পরমাণু অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া হাইড্রোজেন্ মনক্সাইড্ (H_2O) বা জল উৎপাদন করে। দুই পরমাণু হাইড্রোজেনের সহিত দুই পরমাণু অক্সিজেন্ মিলিত হইয়া যে যৌগিক প্রস্তুত হয়, তাহার নাম হাইড্রোজেন্ ডাই-অক্সাইড্ বা পারক্সাইড্ (H_2O_2)।

প্রস্তুতকরণ প্রণালী—(১) একটী পাত্রে বেরিয়ম্ ডাই-অক্সাইড্ (BaO_2) জলের সহিত মিশ্রিত করিয়া উক্ত পাত্রটী বরফের মধ্যে নিমজ্জিত করিয়া তন্মধ্যে কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ প্রবেশ করাইলে হাইড্রোজেন্ ডাই-অক্সাইড্ প্রস্তুত হইয়া জলে দ্রব হইয়া থাকে এবং বেরিয়ম্ কার্ব্বনেট্ শ্বেতবর্ণ চূর্ণরূপে অধঃস্থ হইয়া পড়ে—

$$BaO_2 + H_2O + CO_2 = BaCO_3 + H_2O_2.$$

(২) বেরিয়ম্ ডাই-অক্সাইডের সহিত কার্ব্বনিক্ এসিডের পরিবর্ত্তে জল-মিশ্রিত হাইড্রোক্লোরিক্ বা সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ যোগ করিলেও হাইড্রোজেন্ ডাই-অক্সাইড্ উৎপন্ন হয়—

$$BaO_2 + H_2SO_4 = BaSO_4 + H_2O_2.$$

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—হাইড্রোজেন্ ডাই-অক্সাইড্ অতি অস্থায়ী পদার্থ অর্থাৎ প্রস্তুত হইবার অনতিবিলম্বেই ইহা অক্সিজেন্ ও জল-এই দুই পদার্থে বিশিষ্ট হইয়া পড়ে। সহজ তাপ-মাত্রায় এই পদার্থ হইতে অক্সিজেন্ স্বতঃই অল্পে অল্পে নির্গত হইতে থাকে, কিন্তু ১০০°C তাপ-মাত্রায় উত্তপ্ত হইলে উহার স্ফোটন সংঘটিত হইয়া উহা জল ও অক্সিজেনে বিশ্লিষ্ট হইয়া পড়ে। যে কোন উদ্ভিজ্জ-বর্ণ ইহার সহিত মিশ্রিত হইলে মুক্ত অক্সিজেন্ সহযোগে বর্ণহীন হইয়া যায়, এজন্য হাইড্রোজেন্ ডাই-অক্সাইডের দ্রাবণ উদ্ভিজ্জ-বর্ণ নাশ (Bleaching) করিবার জন্য সময়ে সময়ে ব্যবহৃত হয়।

বিশুদ্ধ হাইড্রোজেন্ ডাই-অক্সাইড্ বর্ণ ও গন্ধবিহীন এবং চিনির রসের ন্যায় গাঢ়। সিল্‌ভার্ অক্সাইডের সহিত উহা একত্রিত হইলে সশব্দ স্ফোটন হইয়া থাকে এবং সমধিক উত্তাপ উদ্ভূত হয়। পোটাসিয়ম্ আইওডাইডের

সহিত একত্রিত হইলে ইহা আইওডিন্‌কে উক্ত যৌগিক হইতে পৃথক্ করিয়া দেয়। ইহা একটী অক্সিজেন্ প্রদায়ক পদার্থ (Oxidising agent)। ইহা ক্ষত ধৌত করিবার জন্য ঔষধরূপে ব্যবহৃত হয়।

স্বরূপ-নিরূপণ (Tests)—১। শোণিত-সংলিপ্ত একখণ্ড বস্ত্র টিংচার্ অফ্ গুয়াকমে (Tincture of Guaiacum) সিক্ত করিয়া হাইড্রোজেন্ ডাই-অক্সাইডের দ্রাবণে নিমজ্জিত করিলে উহা নীলবর্ণ ধারণ করে।

২। পার্ম্যাঙ্গ্যানেট অফ্ পটাশের ক্ষীণ দ্রাবণে কয়েক বিন্দু সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ যোগ করিয়া উহার সহিত হাইড্রোজেন্ ডাই-অক্সাইডের দ্রাবণ মিশ্রিত করিলে গোলাপী বর্ণের দ্রাবণটী তৎক্ষণাৎ বর্ণহীন হইয়া যায়।

৩। হাইড্রোজেন্ পারক্সাইডের দ্রাবণে কয়েক বিন্দু বাই-ক্রোমেট্ অব্ পটাশের দ্রাবণ ও কিয়ৎপরিমাণ ঈথর্ যোগ করিয়া উত্তমরূপে আলোড়ন করিলে ঈথর্ নীলবর্ণ ধারণ করিয়া উপরে ভাসিতে থাকে।

—০:*:০—

পঞ্চম পরিচ্ছেদ।

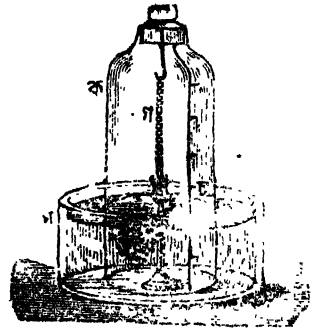
নাইট্রোজেন্ (Nitrogen)।

সাঙ্কেতিক চিহ্ন N , পারমাণবিক গুরুত্ব ১৪.০০৮।

পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে যে পাঁচ ভাগ বায়ুর মধ্যে চারিভাগ নাইট্রোজেন্ ও এক ভাগ অক্সিজেন্ আছে।

নাইট্রোজেন্ উদ্ভিদ ও জীব দেহে অন্যান্য মূল-পদার্থের সহিত মিলিত হইয়া নানাবিধ যৌগিকের আকারে অবস্থিতি করে। সোরা প্রভৃতি নাইট্রোজেন্-যুক্ত লবণ স্থল বিশেষে মৃত্তিকামধ্যে প্রচুর পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়। নাইট্রোজেন্ এমোনিয়া গ্যাসের একটী উপাদান।

প্রস্তুত-করণ প্রণালী।—১। রুদ্ধ পাত্র মধ্যে ফস্‌ফরাস্ নামক মূল-পদার্থ জ্বালাইলে উহা পাত্রস্থিত বায়ুর অক্সিজেনের সহিত মিলিত হয় এবং পাত্র মধ্যে নাইট্রোজেন গ্যাস্ অবশিষ্ট রহিয়া যায়।

৮৭ পরীক্ষা।—একটী ক্ষুদ্র পোর্সিলেন্ পাত্রের (৬৪ চিত্র, খ) উপর একখণ্ড ফস্‌ফরাস রাখিয়া উহা একটী জলপূর্ণ আয়ত পাত্রের (গ) উপর স্থাপন কর; পরে সমান ছয়ভাগে বিভক্ত, দুই মুখ খোলা বোতলের আকারের একটী কাচ পাত্র (ক) উক্ত পোর্সিলেন্ পাত্রকে আচ্ছাদিত করিয়া এরূপ ভাবে স্থাপন কর যে পাত্রের একাংশ মাত্র জল দ্বারা পূর্ণ হইয়া রহে। পাত্রের উপরের মুখে একটী ছিপি সংলগ্ন থাকে এবং ছিপির তলদেশে একটী পিত্তলের শিকল (গ) এরূপভাবে লম্বমান থাকে যে, উহার প্রান্তভাগ ফস্‌ফরাস্ খণ্ড স্পর্শ করিতে পারে। ছিপিটী খুলিয়া পিত্তলের শিকল দীপালোকে উত্তপ্ত কর এবং উক্ত শিকল দ্বারা ফস্‌ফরাস্ খণ্ডকে স্পর্শ করিয়া ছিপিটী দৃঢ়রূপে আঁটিয়া দাও। উত্তপ্ত শিকল

৬৪ চিত্র

সংস্পর্শে ফস্‌ফরাস্ খণ্ড জ্বলিয়া উঠিবে এবং কাচপাত্র শ্বেতবর্ণ ধূম দ্বারা পরিপূর্ণ হইবে। পাত্রটী শীতল হইলে দেখা যায় যে জল উঠিয়া পাত্রের অপর একাংশ (চ) মাত্র অধিকার করিয়াছে এবং অবশিষ্ট চারি অংশ শূন্য রহিয়াছে।

ফস্‌ফরাস ও অক্সিজেনের মিলনে এই শ্বেতবর্ণ ধূমাকার পদার্থ উৎপন্ন হয়; ইহাকে ফস্‌ফরাস্ পেণ্টক্সাইড্ (Phosphorus Pentoxide, P_2O_5) কহে। ইহা জলে দ্রবণীয়, সুতরাং অল্পক্ষণ মধ্যে পাত্রস্থিত জলের সহিত মিশ্রিত হইয়া জল-মিশ্রিত ফস্‌ফরিক্ এসিডে পরিণত হয়। একটী অদৃশ্য গ্যাস্ পাত্রের উপরিস্থিত চারি অংশ অধিকার করিয়া থাকে; পরীক্ষা করিলে উহা নাইট্রোজেন্ বলিয়া জানা যায়। এই পরীক্ষার দ্বারা প্রমাণিত হয় যে, বায়ু নাইট্রোজেন্ ও অক্সিজেনের মিশ্রণে উৎপন্ন এবং বায়ু মধ্যে চারি আয়তন (Volume) নাইট্রোজেন্ ও এক আয়তন অক্সিজেন্ আছে।

২য়। লোহিতোত্তপ্ত তাম্রপাত বায়ুর সহিত একত্রিত হইলে বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হয় এবং নাইট্রোজেন্‌কে মুক্ত করিয়া দেয়। একটী অনতিদীর্ঘ কাচনলের মধ্যে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র তাম্রপাত রাখিয়া গ্যাস্-বাতি সাহায্যে উহাকে লোহিতোত্তপ্ত করতঃ নলের একমুখ দিয়া তন্মধ্যে বায়ু প্রবেশ করাইলে নলের অপর মুখ দিয়া নাইট্রোজেন্ গ্যাস্ বহির্গত হইতে থাকে এবং উহাকে জলপূর্ণ নিম্নমুখ পাত্র মধ্যে সঞ্চিত করিতে পারা যায়। তাম্র ও অক্সিজেনের মিলনে উৎপন্ন কৃষ্ণবর্ণ কিউপ্রিক্ অক্সাইড্ (Cupric Oxide, CuO) নামক যৌগিক নলের মধ্যে অবস্থিত করে।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম—নাইট্রোজেন্ একটী অদৃশ্য বায়বীয় পদার্থ; ইহা বর্ণ, স্বাদ ও গন্ধবিহীন এবং বায়ু অপেক্ষা কিঞ্চিৎ লঘু। বোরণ্, সিলিকন্ প্রভৃতি কয়েকটী মূল-পদার্থ ব্যতীত অপর কোন মূল-পদার্থের সহিত সহজে ইহার রাসায়নিক সম্মিলন সংঘটিত হয় না। ইহা অক্সিজেনের ন্যায় দহনকার্য্য বা জীবন-ধারণের পক্ষে উপযোগী নহে এবং নিজেও দাহ্য নহে।

৮৮ পরীক্ষা। নাইট্রোজেন্ পূর্ণ বোতলের মধ্যে একটি জলন্ত বাতি প্রবেশ করাও; বাতিটী নির্ব্বাপিত হইবে এবং গ্যাসও জ্বলিয়া উঠিবে না।

নাইট্রোজেন্ হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া এমোনিয়া (Ammonia, NH_3) নামক একটী উগ্রগন্ধযুক্ত ক্ষার-ধর্ম্ম বিশিষ্ট বায়বীয় পদার্থ প্রস্তুত করে। নাইট্রোজেন্ আইওডাইড্, নাইট্রোজেন্ ক্লোরাইড্, নাইট্রোগ্লিসেরিন্ (Nitro-glycerine), ফল্‌মিনেট্ (Fulminate) প্রভৃতি কতিপয় নাইট্রোজেন্-যুক্ত যৌগিক স্ফোটনশীল, এজন্য এই সকল পদার্থ

অতি সাবধানের সহিত ব্যবহার করা কর্ত্তব্য। ইহাদিগের আকস্মিক স্ফোটনে ভয়ঙ্কর দুর্ঘটনা ঘটিয়াছে।

নাইট্রোজেন্, অক্সিজেন্ ও হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া নাইট্রিক্ এসিড্ (Nitric Acid, HNO_3) নামক একটী দ্রাবক প্রস্তুত করে।

অত্যধিক বায়ু-চাপ ও শৈত্য সংযোগে বায়বীয় নাইট্রোজেন্ তরলাবস্থায় আনীত হইয়াছে।

আর্গণ্ (Argon) ও অপরাপর নবাবিষ্কৃত মূল-পদার্থ।

লর্ড র‍্যালে ও অধ্যাপক রাম্‌জে বায়ু হইতে কয়েকটী নূতন মূল-পদার্থ আবিষ্কার করিয়াছেন। বায়ুর সহিত অক্সিজেন্ মিশ্রিত করিয়া তন্মধ্যে তড়িৎ-স্ফুলিঙ্গ সঞ্চালন করিলে অক্সিজেন্ ও নাইট্রোজেন্ মিলিত হয় এবং আর্গণ্ অবশিষ্ট থাকে। আর্গণের পারমাণবিক গুরুত্ব ৩৯.৯; ইহা অন্য কোন মূল-পদার্থের সহিত মিলিত হয় না। বায়ু মধ্যে যে পরিমাণ নাইট্রোজেন্ থাকে, তাহার শতকরা ১ ভাগ মাত্র আর্গণ।

অত্যধিক বায়ু-চাপ ও শৈত্য সংযোগে আর্গণ্‌কে তরল ও পরে কঠিন অবস্থায় পরিণত করা হইয়াছে।

হীলিয়ম্, ক্রিপ্টন্, নীয়ন্ ও ঝীনন্ নামক অপর যে চারিটী বায়বীয় মূল-পদার্থ বায়ুমধ্যে সম্প্রতি আবিষ্কৃত হইয়াছে, তাহারাও আর্গণের ন্যায় অপর কোন মূল পদার্থের সহিত মিলিত হয় না। ইহাদিগের বিস্তারিত বর্ণনা এ পুস্তকে অনাবশ্যক।

বায়ু-মণ্ডল (Atmosphere)।

পৃথিবী বায়ু-মণ্ডল দ্বারা পরিবেষ্টিত হইয়া আছে। ভূতল হইতে প্রায় ৪৫ মাইল ঊর্দ্ধ পর্য্যন্ত বায়ু-মণ্ডল বিস্তৃত; তদুপরি বায়ু এত তরল যে, উহার অস্তিত্ব সহজে প্রমাণ করিতে পারা যায় না।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—বায়ু অদৃশ্য পদার্থ; উহা সঞ্চালিত হইলে স্পর্শেন্দ্রিয় দ্বারা আমরা উহার অস্তিত্ব অনুভব করিতে পারি। ইহা গন্ধ ও বর্ণহীন এবং অদৃশ্য হইলেও ইহার কিঞ্চিৎ ভার আছে।

৮৯ পরীক্ষা।—পিত্তলের ষ্টপ্ কক্ (Stop-cock) যুক্ত কুপীর আকারের একটী কাচপাত্র বায়ু-নিষ্কাষণ-যন্ত্র (Air-Pump) দ্বারা বায়ুশূন্য করতঃ ওজন করিয়া ষ্টপ্ ককটী খুলিয়া দাও; বায়ু সশব্দে তন্মধ্যে প্রবিষ্ট হইবে এবং কাচপাত্রের ওজন পূর্ব্বাপেক্ষা অধিক হইবে। ষ্টপ্ কক্ খুলিলে কাচ-পাত্র মধ্যে যে বায়ু প্রবিষ্ট হয়, তাহাই এই অতিরিক্ত ভারের কারণ।

বায়বীয় পদার্থ মাত্রেই স্থিতিস্থাপক অর্থাৎ পেষণে সঙ্কুচিত হয় কিন্তু চাপ অপসৃত হইলেই উহা পূর্ব্বায়তন প্রাপ্ত হয়। বায়ু এই সাধারণ প্রাকৃতিক নিয়মের বহির্ভূত নহে।

৯০ পরীক্ষা।—একটি রবারের বেলুন্ বায়ু দ্বারা অল্প পরিমাণ স্ফীত করিয়া সূত্র দ্বারা উহার মুখ বন্ধ কর এবং বায়ু-নিষ্কাশন-যন্ত্রের মধ্যে স্থাপন করতঃ যন্ত্র হইতে বায়ু নিষ্কাশন কর; বায়ু নিষ্কাশিত হইলে চাপের হ্রাস হেতু বেলুন্‌টী পূর্ব্বাপেক্ষা অধিকতর স্ফীত হইয়া উঠিবে।

বায়ু-চাপ (Atmospheric pressure)—বায়ুর ভার আছে বলিয়া বায়ু-মণ্ডলের নিম্ন স্তর সমূহ উপরের স্তর দ্বারা পেষণ হেতু অধিকতর ঘন, সুতরাং অধিক ভারী। ৪৫ মাইল বিস্তৃত বায়ু মণ্ডলের ভার পৃথিবীস্থ চেতন এবং অচেতন, সকল পদার্থই সমভাবে বহন করিতেছে। এই ভার নিতান্ত অল্প নহে; পদার্থের প্রতি বর্গ ইঞ্চির উপর ১৫ পাউণ্ড বা সাড়ে সাত সের বায়ু-ভার চাপান রহিয়াছে। একটী মনুষ্যদেহের বিস্তৃতি প্রায় ২,৩০৪ বর্গ ইঞ্চি, সুতরাং প্রতি মনুষ্য একটী অসম্ভব ভার (প্রায় ৪৭০ মণ) নিয়ত বহন করিতেছে। এক্ষণে সহজে প্রশ্ন হইতে পারে যে আমরা এত গুরুভার বহন করিয়াও উহা অনুভব করিতে পারি না কেন? ইহার কারণ এই যে বায়ু-চাপ পদার্থের চতুর্দ্দিকে সমভাবে নিপতিত থাকে, সুতরাং এক দিকের চাপ অন্যদিকের চাপ দ্বারা প্রত্যাহৃত হয় বলিয়া আমরা এই বিষম গুরুভার একবারেই অনুভব করিতে পারি না।

কিরূপ গুরুতর ভার পদার্থ মাত্রেরই উপর ন্যস্ত রহিয়াছে, তাহা নিম্নলিখিত পরীক্ষা দ্বারা সুন্দররূপে প্রমাণিত হয়।

৯১ পরীক্ষা।—দুই মুখ খোলা একটী আয়ত কাচনলের একমুখে একখানি রবরের চাদর সূত্র দ্বারা দৃঢ়রূপে বন্ধ কর। পরে খোলা মুখের চতুর্দ্দিকে মোম লাগাইয়া বায়ু-নিষ্কাশন-যন্ত্রের ছিদ্রের উপর উত্তমরূপে আঁটিয়া বসাইয়া দাও। যন্ত্রটি চালাইলে কাচনল হইতে বায়ু ক্রমশঃ নিষ্কাশিত হইতে থাকিবে সুতরাং বহিঃস্থ বায়ু রাশির অপ্রতিহত নিম্নগ চাপ রবরের চাদরের উপর পতিত হইলে উহা নলের অভ্যন্তরে প্রবেশ করিবে; পরে বায়ু-চাপের অতিশয় আধিক্য হইলে রবরের চাদর সশব্দে ফাটিয়া যাইবে।

পূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে যে পদার্থের চতুর্দ্দিকেই বায়ু-চাপ ন্যস্ত রহিয়াছে; নিম্নলিখিত পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণিত হইবে যে সকল পদার্থই নিম্ন এবং পার্শ্ব প্রদেশেও বায়ু-চাপ দ্বারা নিষ্পেষিত।

৯২ পরীক্ষা।—একটী কাচের গ্ল্যাস্ জল দ্বারা পরিপূর্ণ করিয়া একখণ্ড কাগজ তদুপরি এরূপ ভাবে চাপা দাও যে কাগজ ও জলের মধ্যে এক বুদ্বুদও বায়ু না থাকে। এক্ষণে কাগজ খানি হস্ত দ্বারা চাপিয়া গ্ল্যাস্‌টী নিম্নমুখ করিয়া হাত ছাড়িয়া দিলে জল গ্ল্যাস্ হইতে পড়িবে না; বায়ুর ঊর্দ্ধগ চাপ দ্বারা কাগজ উক্ত স্থানে রক্ষিত হইয়া উহার পতন নিবারিত হইবে।

৯৩ পরীক্ষা।—পিত্তলের নলযুক্ত গোলাকার টিনের একটী ক্ষুদ্র কানেস্তারা (Cannister বায়ুনিষ্কাশন-যন্ত্রের মুখে দৃঢ়রূপে সংলগ্ন করিয়া উহার মধ্য হইতে বায়ু-নিষ্কাশন করিয়া লইলে কানেস্তারাটীর পার্শ্বদেশ সশব্দে সঙ্কুচিত হইয়া যাইবে। বায়ু-নিষ্কাশিত হইলে কানেস্তারার মধ্যে বায়ু-চাপের হ্রাস হয় সুতরাং পার্শ্ববর্ত্তী বাহিরের বায়ুর চাপ অপ্রতিহত ভাবে ক্রিয়া প্রকাশ করে বলিয়া কানেস্তারাটী এরূপ বিকৃত হইয়া যায়।

বায়ু-মান (Barometer)—বায়ু-চাপ যে যন্ত্রদ্বারা পরিমিত হয়, তাহাকে বায়ু-মান কহে। ইহা অতি সহজ উপায়ে নির্ম্মিত হইয়া থাকে। এস্থলে এই যন্ত্রের একটী চিত্র প্রদর্শিত হইল।

৯৪ পরীক্ষা।—৩৯ ইঞ্চি লম্বা এবং ⅛ ইঞ্চি চওড়া এক মুখ খোলা একটী কাচ নল (৬৫ চিত্র, ক) পারদ দ্বারা পূর্ণ করতঃ খোলা মুখ বৃদ্ধাঙ্গুলির দ্বারা উত্তমরূপে বদ্ধ করিয়া উহা একটী পারদপূর্ণ আয়ত পাত্রের (খ) মধ্যে নিম্নমুখে স্থাপন কর। এরূপে স্থাপিত হইলে নলের অভ্যন্তরস্থিত পারদ কিয়দংশ নামিয়া একস্থানে স্থায়ী হইয়া রহিবে। এক্ষণে আয়তপাত্রস্থিত পারদের উপরিভাগ হইতে এই স্থান পরিমাণ করিলে দেখিবে যে উহার দূরত্ব ৩০ ইঞ্চি বা ৭৬০ মিলিমিটার্।

৬৫ চিত্র।

পারদের মধ্যে নিম্নমুখে স্থাপিত এই নলটী বায়ু-মান নামে পরিচিত। নলের অভ্যন্তরস্থিত পারদের উচ্চতার ন্যূনাধিক্য দেখিয়া বায়ু-চাপ নির্ণীত হইয়া থাকে। এই নলের সহিত একটী স্কেল্ সংলগ্ন থাকে এবং মাপিবার জন্য স্ক্রু-সংযুক্ত একখানি ধাতু নির্ম্মিত ফলক উহার উপর অবস্থিত থাকে।

ইংরাজীতে ইহাকে ভার্ণিয়ার্ (Vernier) কহে। সহজ বায়ু-চাপের এক সহস্র অংশও ইহা দ্বারা নির্দ্ধারিত হইয়া থাকে। এইরূপ বায়ু-মানকে ইংরাজীতে সিষ্টার্ন্ ব্যারমিটার্ (Cistern barometer) কহে। এতদ্ব্যতীত ৭৬০ মিলিমিটারে বিভক্ত এক মুখখোলা একটী লম্বমান বক্র (Bent) কাচ-নলের মধ্যে পারদ প্রবেশ করাইয়া আর এক প্রকার বায়ু-মান নির্ম্মিত হইয়া থাকে, উহার ইংরাজী নাম সাইফন্ ব্যারমিটার্ (Siphon barometer)।

উপরোক্ত পরীক্ষা দ্বারা বুঝা যায় যে আয়তপাত্রস্থ পারদের উপর বায়ু-চাপ এত পেষণ করে যে তদ্দ্বারা পারদ বায়ুশূন্য নলের মধ্যে ৩০ ইঞ্চি ঊর্দ্ধে উত্থিত হইয়া স্থিরভাবে থাকে। পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে যে প্রতি বর্গ ইঞ্চি পরিমিত স্থানে ১৫ পাউণ্ড বায়ু-চাপ ন্যস্ত আছে। যদি বায়ুচাপ পূর্ব্ব-পরীক্ষা-নির্দ্দিষ্ট আয়তপাত্রস্থ পারদের উপর প্রতি বর্গ ইঞ্চিতে ১৫ পাউণ্ডের অধিক হয়, তাহা হইলে পারদ নলের মধ্যে ৩০ ইঞ্চির উপরে উঠিবে কিন্তু বায়ু-চাপ ন্যূন হইলে পারদ ৩০ ইঞ্চির নীচে নামিয়া পড়িবে।

১৫ পরীক্ষা।—একটী বায়ু-মান, বায়ু-নিষ্কাশন যন্ত্রের উপর রাখিয়া লম্বা একমুখ খোলা কাচপাত্র দ্বারা উহাকে এরূপে আচ্ছাদিত কর যে বহিঃস্থ বায়ু কোন মতে তন্মধ্যে প্রবেশ করিতে না পারে। এক্ষণে ঐ লম্বা কাচপাত্রের মধ্য হইতে বায়ু নিষ্কাশন করিয়া লইলে পারদ বায়ু-মানের নলের মধ্যে ক্রমশঃ নামিয়া আসিবে।

ইহার কারণ এই যে, কাচপাত্রস্থ বায়ু যত নিষ্কাশিত হয়, পাত্রস্থিত পারদের উপর বায়ু-চাপের ততই হ্রাস হয়; সুতরাং পারদ নলের মধ্যে ৩০ ইঞ্চি ঊর্দ্ধে থাকিতে পারে না, ক্রমশঃ নামিয়া পড়ে।

কোন নির্দ্দিষ্ট স্থানে বায়ু-চাপের ন্যূনতার প্রভেদে প্রবল বাত্যা হইতে ভীষণ ঝটিকা পর্য্যন্ত উত্থিত হয়। বায়ু-মান দ্বারা উক্ত স্থলের বায়ু-চাপ নির্ণয় করিয়া ঝড়, বৃষ্টি প্রভৃতির গণনা হইয়া থাকে।

বায়বীয় পদার্থের আয়তনের হ্রাস ও বৃদ্ধি—পৃথিবীতে যত বায়বীয় পদার্থ আছে, বায়ুচাপের অল্পতা বা আধিক্য হেতু তাহারা আয়তনে প্রসারিত বা সঙ্কুচিত হইয়া থাকে। কোন নির্দ্দিষ্ট আয়তনের যে কোন বায়বীয় পদার্থ সহজ বায়ু-চাপে (Normal atmospheric pressure) যে স্থান অধিকার করে, অধিক বায়ু চাপে সঙ্কুচিত হইয়া তদপেক্ষা অল্পস্থান

এবং ন্যূন বায়ু-চাপে প্রসারিত হইয়া তদপেক্ষা অধিকস্থান অধিকার করিয়া থাকে।

তাপ-সংযোগে বায়বীয় পদার্থের প্রসারণ ও শৈত্য সংযোগে উহার সঙ্কোচন হয়, তাহা পূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে।

সুতরাং দেখা যাইতেছে যে অধিক তাপ ও অল্প বায়ু-চাপ সংযোগে বায়বীয় পদার্থ সমধিক প্রসারিত এবং শৈত্য ও অধিক বায়ু-চাপ সংযোগে উহা সমধিক সঙ্কুচিত হইয়া থাকে।

অতএব কোন বায়বীয় পদার্থের ওজন অপর বায়বীয় পদার্থের ওজনের সহিত তুলনা করিতে হইলে উভয়কেই সমান তাপ-মাত্রা ও সমান বায়ু-চাপ-ভুক্ত করিয়া ওজন করিতে হয়। সহজ বায়ু-চাপে এবং O°C তাপ-মাত্রায় ১ লিটার্ পরিমিত স্থান যে পরিমাণ বায়ুদ্বারা অধিকৃত হয়, O°C অপেক্ষা অধিক তাপ-মাত্রা ও সহজ বায়ু-চাপ অপেক্ষা অল্প বায়ু-চাপে প্রসারণ হেতু উহা অপেক্ষা অল্প পরিমাণ সুতরাং অল্প ওজনের বায়ু দ্বারা ১ লিটার্ পরিমিত স্থান অধিকৃত হইয়া থাকে। এই জন্য যখনই দুইটী বায়বীয় পদার্থের ওজনের তুলনা করিতে হয়, তখনই ঐ দুই পদার্থকেই একই তাপ-মাত্রা ও একই বায়ু-চাপে সম-আয়তন-ভুক্ত করিয়া ওজন করিতে হইবে। বায়বীয় পদার্থদিগের ওজনের তুলনা করিতে হইলে অর্থাৎ একটী অপরটী অপেক্ষা কত ভারী বা লঘু স্থির করিতে হইলে, সকলকেই O°C তাপ-মাত্রা ও ৭৬০ মিলিমিটার্ বায়ু চাপ-ভুক্ত করিয়া ওজন করিতে হয়।

ইতিপূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে যে O°C ও ৭৬০ মিলিমিটার্ বায়ু চাপে এক লিটার্ হাইড্রোজেনের ওজন ·০৮৯৬ গ্র্যাম্। অক্সিজেন্ হাইড্রোজেন্ অপেক্ষা কত ভারী নিরূপণ করিতে হইলে উহাকে O°C ও সহজ বায়ু-চাপ ভুক্ত করিয়া উহার ১ লিটারের ওজন কত হয়, দেখিতে হইবে। পরীক্ষা দ্বারা দেখা গিয়াছে যে এইরূপ এক লিটার্ অক্সিজেনের ওজন ১·৪৩৩৬ গ্র্যাম্ অর্থাৎ অক্সিজেন্ হাইড্রোজেন্ অপেক্ষা ১৬ গুণ ভারী (·০৮৯৬ × ১৬ = ১·৪৩৩৬)। এইরূপে সমুদয় মূল ও যৌগিক পদার্থের ওজন হাইড্রোজেনের ওজনের সহিত তুলনা করিয়া নির্দ্দিষ্ট হইয়াছে।

এই প্রণালী অবলম্বন করিয়া এভোগাড্রোর অনুমানের (Avogadro's Hypo-

thesis) সাহায্যে মূল বা যৌগিক পদার্থের অণুগুলির ওজন হাইড্রোজেনের অণুর ভারের তুলনায় কত অধিক, তাহা নির্ণয় করা হয়। এভোগাড্রোর অনুমান দ্বারা স্থিরীকৃত হইয়াছে যে একই বায়ুচাপ ও একই তাপমাত্রায় সম আয়তনের যাবতীয় বায়বীয় পদার্থের মধ্যে সমসংখ্যক অণু (Molecules) বিদ্যমান থাকে। এই নিয়মের ইংরাজী সংজ্ঞা এই:—Equal volumes of different gases under the same temperature and pressure contain equal number of molecules. হাইড্রোজেনের অণু দুই পরমাণু দ্বারা গঠিত এবং হাইড্রোজেনের এক পরমাণুর ভার ১ সংখ্যা দ্বারা নির্দ্দিষ্ট হইয়া থাকে। সুতরাং সমান আয়তনের (একই বায়ু-চাপ ও একই তাপ মাত্রায়) হাইড্রোজেন্ ও অপর যে কোন বায়বীয় পদার্থ ওজন করিলে ঐ বায়বীয় পদার্থ হাইড্রোজেন্ অপেক্ষা যত গুণ অধিক ভারী হইবে, উহার প্রত্যেক অণু হাইড্রোজেনের অণু অপেক্ষা তত গুণ ভারী। হাইড্রোজেনের অণুর ভার ২ বলিয়া উক্ত সংখ্যাকে ২ দিয়া গুণ করিলে ঐ বায়বীয় পদার্থের আণবিক ভার (Molecular weight) সূচিত হয়।

রাসায়নিক পরীক্ষা, শিল্প ও অন্যান্য কার্য্যের নিমিত্ত অক্সিজেন্, হাইড্রোজেন্ প্রভৃতি বায়বীয় পদার্থ সর্ব্বদা প্রস্তুত করিবার প্রয়োজন হয়। যে সকল পদার্থ হইতে এই সকল বায়বীয় পদার্থ উৎপন্ন হইয়া থাকে, তাহাদিগকে কি পরিমাণে ব্যবহার করিলে আবশ্যক মত অক্সিজেন্ বা হাইড্রোজেন্ প্রাপ্ত হইতে পারি, তাহা প্রথমে অঙ্ক কসিয়া নির্দ্ধারণ করা উচিত। মনে কর, ১৫°C তাপ-মাত্রা ও ৭৫২ মিলিমিটার্ বায়ু-চাপ-ভুক্ত অক্সিজেন্ দ্বারা ১০ লিটার্ আয়তন বিশিষ্ট একটী গ্যাস্ ব্যাগ্ (Gas-bag) পূর্ণ করিতে হইবে, কত ক্লোরেট্ অফ্ পটাশ্ ব্যবহার করিলে আমরা ঐ পরিমাণ অক্সিজেন্ প্রাপ্ত হইব? আমরা জানি যে ১২২·৬ গ্র্যাম্ ক্লোরেট্ অফ্ পটাশ্ দগ্ধ করিলে ৪৮ গ্র্যাম্ অক্সিজেন্ প্রাপ্ত হওয়া যায় এবং 0°C ও ৭৬০ মিলিমিটার্ বায়ু-চাপে ১০ লিটার্ অক্সিজেনের ওজন ১৪·৩৩৬ গ্র্যাম্। এক্ষণে দেখিতে হইবে যে ১৫°C তাপ-মাত্রা ও ৭৫২ মিলিমিটার্ বায়ু-চাপ-ভুক্ত ১০লিটার্ অক্সিজেন্, 0°C তাপ-মাত্রায় ও ৭৬০ মিলিমিটার্ বায়ু-চাপে ওজনে কত হইবে। পূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে যে ২৭৩ আয়তন যে কোন বায়বীয় পদার্থ ১°C তাপ-মাত্রার বৃদ্ধিতে ২৭৪ আয়তন হইবে। সুতরাং ২৭৩ আয়তন অক্সিজেন্ ১৫°Cএ, ২৭৩+১৫=২৮৮ আয়তন হইবে। বায়ু-চাপ কম হইলে বায়বীয় পদার্থের আয়তনের বৃদ্ধি সাধিত হয়, সুতরাং ৭৬০মিলিমিটার্ বায়ু-চাপে অক্সিজেনের যে আয়তন থাকে, ৭৫২ মিলিমিটার্ বায়ু-চাপ-ভুক্ত হইলে উহার আয়তন তদপেক্ষা অধিক হয়, অতএব বহুরাশিক অঙ্কদ্বারা আমরা ১০ লিটার্ অক্সিজেন্, ১৫°C ও ৭৫২ মিলিমিটার্ বায়ু-চাপ-ভুক্ত হইলে আয়তনে কত হইবে, তাহা সহজেই নিরূপণ করিতে পারি। যথা:—

$$\left.\begin{matrix} ২৮৮ : ২৭৩ \\ ৭৬০ : ৭৫২ \end{matrix}\right\} \therefore ১০ : ক$$

∴ ক = ৯·৩৭ লিটার্ অক্সিজেন্।

অতএব ১০ লিটার্ অক্সিজেন্, O°C ও ৭৬০ মিলিমিটার্ বায়ু-চাপ-ভুক্ত হইলে উহার ওজন যদি ১৪·৩৩৬ গ্র্যাম্ হয়, তাহা হইলে ১৫°C ও ৭৫২ মিলিমিটার্ বায়ু-চাপ ভুক্ত ১০ লিটার্ (অর্থাৎ ৯·৩৮ লিটার্) অক্সিজেনের কত ওজন হইবে—নিশ্চয়ই ওজন কম হইবে, যথা—

১০ : ৯·৩৮ :: ১৪·৩৩৬ : ক

∴ ক = ১৩·৪৪ গ্রাম্।

এক্ষণে দেখিতে হইবে যে ১৩·৪৪ গ্র্যাম্ অক্সিজেন্ প্রস্তুত করিতে হইলে কত ক্লোরেট অফ্ পটাশের প্রয়োজন হয়। যদি ৪৮ ভাগ ওজনের অক্সিজেন্ ১২২·৬ ভাগ ওজনের ক্লোরেট্ অফ্ পটাশ্ হইতে উৎপন্ন হয়, তাহা হইলে ১৩·৪৪ গ্র্যাম্ অক্সিজেন্ কত ওজনের ক্লোরেট অফ্ পটাশ্ হইতে উৎপন্ন হইবে?

৪৮ : ১৩·৪৮ :: ১২২·৬ : ক

∴ ক = ৩৪·৩৩ গ্র্যাম্ ক্লোরেট্ অফ্ পটাশ্।

অতএব ৩৪·৩৩ গ্র্যাম্ ক্লোরেট্ অফ্ পটাশ্ উত্তপ্ত করিলে আমরা ১০ লিটার্ আয়তন বিশিষ্ট একটী গ্যাস্ বার্ ১৫°C ও ৭৫২ মিলিমিটার্ বায়ু-চাপ-ভুক্ত অক্সিজেনের দ্বারা পূর্ণ করিতে পারি।

এই প্রণালীর দ্বারা আমরা তাপ-মাত্রা ও বায়ু-চাপ ভেদে যে কোন বায়বীয় পদার্থের আয়তনের যে পরিবর্ত্তন সাধিত হয়, তাহা নির্ণয় করিতে পারি।

তরল বায়ু (Liquid Air)—অধ্যাপক ডেওয়ার্ (Dewar) অত্যধিক চাপ ও শৈত্য সংযোগে বায়ুকে তরল অবস্থায় আনয়ন করিয়াছেন। তরল বায়ু এরূপ শীতল যে উহা বরফের তাপ মাত্রা অপেক্ষা ১৯১ ডিগ্রী ন্যূন তাপ-মাত্রায় ফুটিতে থাকে। তরল বায়ুর রাসায়নিক শক্তি অতি প্রবল এবং যথেষ্ট পরিমাণে কার্য্যকরী শক্তিও উহার মধ্যে নিহিত থাকে।

বায়ু মিশ্র-পদার্থ—বায়ু অক্সিজেন্ ও নাইট্রোজেনের মিশ্রণে উৎপন্ন (Machanical mixture), ইহা একটী রাসায়নিক যৌগিক (Chemical compound) নহে। নিম্নলিখিত তিনটী কারণ দ্বারা উহা প্রমাণিত হয়:—

১। যখনই দুইটী বায়বীয় পদার্থের মধ্যে রাসায়নিক মিলন উপস্থিত হয়,

তখনই উত্তাপ উদ্ভূত হয় এবং উৎপন্ন পদার্থের আয়তন অনেক স্থলেই উৎপাদক পদার্থদিগের আয়তন হইতে বিভিন্ন হইয়া থাকে। বায়ু মধ্যে যে পরিমাণ অক্সিজেন্ ও নাইট্রোজেন্ আছে, যদি আমরা সেই পরিমাণে এই দুইটী গ্যাসকে কোন পাত্র মধ্যে মিশ্রিত করি, তাহা হইলে উক্ত মিশ্রগ্যাস্ সর্ব্বদা বায়ুর ন্যায় কার্য্য করিলেও এরূপ মিশ্রণে উত্তাপ উৎপন্ন বা এতদুভয় পদার্থের আয়তনের কোন পরিবর্ত্তন সংসাধিত হয় না। বায়ু রাসায়নিক যৌগিক হইলে এরূপ ব্যতিক্রম কখনই লক্ষিত হইত না।

২। পূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে যে একটী মূল-পদার্থ অপর একটী মূল-পদার্থের সহিত মিলিত হইলে উভয়ের পারমাণবিক গুরুত্বসংখ্যা বা উহার গুণিতকের অনুপাত অনুসারে উক্ত মিলন সংঘটিত হইয়া থাকে, অন্য কোন পরিমাণে উভয়ের মধ্যে রাসায়নিক মিলন সম্ভব হয় না। কিন্তু বায়ু মধ্যে অক্সিজেন ও নাইট্রোজেন যে পরিমাণে অবস্থিতি করে, তাহা উহাদিগের পারমাণবিক গুরুত্ব সংখ্যার অনুপাত অনুসারে নহে, এজন্য বায়ু কখনই রাসায়নিক যৌগিক হইতে পারে না।

৩। রাসায়নিক যৌগিক যে স্থানে যে অবস্থায় থাকুক না কেন, বিশ্লেষণ করিয়া দেখিলে উহার উপাদান সমূহের পরিমাণের কোন প্রভেদ দৃষ্ট হয় না। উপাদানগুলি যে নির্দ্দিষ্ট পরিমাণে মিলিত হইয়া উক্ত যৌগিক প্রস্তুত করে, কোন কারণেই তাহার ব্যতিক্রম দৃষ্ট হয় না; কিন্তু বায়ুর মধ্যে অক্সিজেন্ ও নাইট্রোজেনের পরিমাণ সর্ব্বথা একরূপ থাকে না; অবস্থা ভেদে উহাদিগের পরিমাণের কথঞ্চিৎ পার্থক্য লক্ষিত হয়। বায়ু রাসায়নিক যৌগিক হইলে এরূপ ব্যতিক্রম কখনই লক্ষিত হইত না।

পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণিত হইয়াছে যে, প্রতি ১০০ আয়তন বায়ুতে ৭৯ আয়তন নাইট্রোজেন্ ও ২১ আয়তন অক্সিজেন্ এবং প্রতি ১০০ ভাগ ওজনের বায়ুতে ৭৭ ভাগ ওজনের নাইট্রোজেন্ ও ২৩ ভাগ ওজনের অক্সিজেন্ বিদ্যমান থাকে। বাহুল্য ভয়ে সে সকল পরীক্ষা এস্থলে বর্ণিত হইল না।

বায়ুমণ্ডল-স্থিত অন্যান্য পদার্থ—নাইট্রোজেন্ এবং অক্সিজেন্ ব্যতীত অপর যে কয়েকটী পদার্থ বায়ুর সহিত অল্প পরিমাণে মিশ্রিত থাকিতে

দেখা যায়, তাহাদিগের মধ্যে কার্ব্বনিক এসিড্ গ্যাস্, জল-বাষ্প, নাইটিক্ এসিড্ এমোনিয়া ও অর্গানিক পদার্থ প্রধান।

প্রতি ১০,০০০ আয়তনের বায়ুতে প্রায় ৪ আয়তন কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ বিদ্যমান থাকে। বাসগৃহ, বিদ্যালয়, সভাস্থল প্রভৃতি যে সকল স্থানে বহু লোকের সমাগম হয়, তত্তৎস্থলের বায়ুতে কার্ব্বনিক্ এসিডের পরিমাণ অধিক থাকে। এক রণ এ সকল স্থানে বায়ু সঞ্চালনের সুবন্দোবস্ত থাকা কর্ত্তব্য, নতুবা কার্ব্বনিক এসিড্ ও অন্যান্য দূষিত পদার্থ বায়ু মধ্যে এককালে অধিক জমিয়া শ্বাসক্রিয়া ও স্বাস্থ্যের ব্যাঘাত উৎপাদন করে।

জল-বাষ্প ভিন্ন ভিন্ন স্থানের বায়ুতে ভিন্ন ভিন্ন সময়ে ভিন্ন পরিমাণে অবস্থিতি করে। ইতিপূর্ব্বে আমরা এ বিষয়ের আলোচনা করিয়াছি, সুতরাং এস্থলে তাহার পুনরুল্লেখ নিষ্প্রয়োজন।

বায়ু মধ্যে বিদ্যুতের বিকাশ হইলে নাইট্রোজেন্ ও অক্সিজেন্ মিলিত হইয়া নাইট্রিক এসিড্ উৎপন্ন হয়। বৃষ্টির জলে ইহা দ্রব হইয়া ভূমিতে পতিত হয় এবং ইহা হইতে উদ্ভিদ্‌গণ শরীর পোষণের জন্য নাইট্রোজেন্ সংগ্রহ করে।

এমোনিয়া গ্যাস্ অতি সামান্য পরিমাণে বায়ুমধ্যে অবস্থিতি করে; দশ লক্ষ ভাগ বায়ুতে ১ ভাগের অধিক এমোনিয়া থাকে না। উদ্ভিদ্-জগৎ শরীর পোষণের নিমিত্ত বায়ুস্থিত এমোনিয়া হইতে নাইট্রোজেন্ আহার্য্যরূপে গ্রহণ করে।

নানাবিধ অর্গানিক্ ও ইনর্গানিক্ পদার্থ অল্পাধিক পরিমাণে বায়ুমধ্যে ভাসমান (Suspended matter) থাকিতে দেখা যায়। আমরা প্রশ্বাসের সহিত সর্ব্বদা স্বল্প পরিমাণ অর্গানিক্ পদার্থ বায়ু মধ্যে পরিত্যাগ করিয়া থাকি। বাহিরের বিশুদ্ধ বায়ু সেবন করিয়া বহুলোকসমাশ্রিত গৃহমধ্যে প্রবেশ করিলে এক প্রকার দুর্গন্ধ অনুভূত হয়। বহুলোকের প্রশ্বাসত্যক্ত অর্গানিক্ পদার্থ বায়ুমধ্যে থাকিয়া এইরূপ দুর্গন্ধ উৎপাদন করে; ইহা স্বাস্থ্যের পক্ষে বিশেষ অনিষ্টকারী। গৃহমধ্যে বায়ু সঞ্চালনের সুবন্দোবস্ত থাকিলে এই পদার্থ বায়ু মধ্যে এককালে অধিক পরিমাণে জমিতে পারে না। এতদ্ব্যতীত বিবিধ প্রকার বীজাণু বায়ু মধ্যে অবস্থিতি করে, ইহাদিগের মধ্যে কতকগুলি রোগোৎপাদক (Pathogenic) এবং অপর কয়েকটী দ্বারা গাঁজন (Ferment-

tion) ও পচন (Putrefaction) উৎপন্ন হয়। জলাস্থানে উদ্ভিজ্জ পদার্থ পচিলে পর উহা হইতে উদ্বেয় (Volatile) অর্গানিক্ পদার্থ উৎপন্ন হইয়া বায়ু মধ্যে অদৃশ্যভাবে অবস্থিতি করে।

সর্ব্বস্থানের বায়ুতে হাইড্রোজেন এবং কোন কোন স্থানে ওজোন্ গ্যাস্ও অল্প পরিমাণে অবস্থিতি করে। প্রতি ১০,০০০ ভাগ বায়ুতে ২ ভাগ হাইড্রোজেন্ থাকে।

অধ্যাপক রাম্‌জে সম্প্রতি বায়ু মধ্যে ক্রিপ্টন্ (Crypton), নীয়ন্ (Neon) এবং ঝীনন্ (Xenon) নামক তিনটী মূল-পদার্থ আবিষ্কার করিয়াছেন। বায়ু মধ্যে ইহাদিগের পরিমাণ নিতান্ত অল্প। আর্গণ্ এবং হিলিয়ম্ (Helium) নামক অপর দুইটী নূতন আবিষ্কৃত মূল-পদার্থও বায়ুমধ্যে অল্প পরিমাণে অবস্থিতি করে।

এমোনিয়া (Ammonia)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন NH_3; আণবিক গুরুত্ব ১৭।

নাইট্রোজেনের সহিত হাইড্রোজেনের মিলন হইয়া যে সকল যৌগিক প্রস্তুত হয়, তন্মধ্যে এমোনিয়া সর্ব্ব প্রধান। নাইট্রোজেন-যুক্ত জান্তব বা উদ্ভিজ্জ পদার্থ পচিলে এমোনিয়া গ্যাস উৎপন্ন হয়। যে সকল অর্গানিক্ পদার্থের মধ্যে নাইট্রোজেন্, হাইড্রোজেন্ ও অক্সিজেন্ থাকে, তাহাদিগকে একটী রুদ্ধ পাত্রে (যাহার ভিতর বায়ু প্রবেশ করিতে না পারে) রাখিয়া উত্তপ্ত করিলে নাইট্রোজেন্ হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া এমোনিয়া গ্যাস উৎপাদন করে। শৃঙ্গ, খুর, চর্ম্ম, কেশ প্রভৃতি অধিকাংশ জান্তব পদার্থ হইতে উপরোক্ত প্রণালী অনুসারে এমোনিয়া উৎপন্ন হইয়া থাকে।

৯৬ পরীক্ষা।—একটী পরীক্ষা নলের মধ্যে ক্ষুদ্র কয়েকখণ্ড চর্ম্ম রাখিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে এমোনিয়া গ্যাস্ নির্গত হয়; ঐ গ্যাসের মধ্যে একখণ্ড লোহিতবর্ণ লিট্‌মস্ কাগজ জলে সিক্ত করিয়া ধারণ করিলে উহা নীলবর্ণ হইয়া যায়।

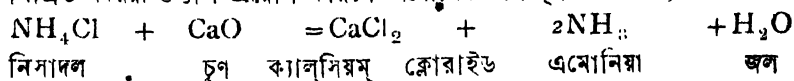
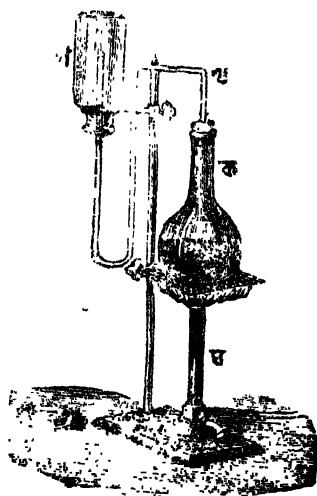
পাতুরে কয়লার মধ্যে নাইট্রোজেন্ ও হাইড্রোজেন্ থাকে; ইহাকে রুদ্ধ পাত্র মধ্যে রাখিয়া উত্তপ্ত করিলে এমোনিয়া নির্গত হইয়া আইসে। এই এমোনিয়া হইতে অধিকাংশ এমোনিয়া-ঘটিত লবণ প্রস্তুত হইয়া থাকে।

এই প্রক্রিয়াকে ইংরাজীতে ডেষ্ট্রক্‌টিভ্‌ ডিষ্টিলেশন্‌ (Destructive distillation) কহে। শুদ্ধ কার্ব্বন্‌, অক্সিজেন্‌ ও হাইড্রোজেন্‌ ঘটিত অর্গানিক্‌ পদার্থ (কাষ্ঠ) এইরূপে চোলাই করা হইলে এসিটিক্‌ এসিড্‌ উৎপন্ন হয়।

গ্রীক দেবতা এমন্‌ (Amon) দেবের মন্দিরের সম্মুখে পশুপালের বিষ্ঠা দগ্ধ করিয়া স্যাল্‌ এমোনিয়াক্‌ (Sal Ammoniac) নামক এমোনিয়ার একটী যৌগিক প্রথম প্রস্তুত হইয়াছিল, এইজন্য এই গ্যাসের নাম এমোনিয়া হইয়াছে। এমোনিয়ার অপর একটী নাম স্পিরিট্‌স্‌ অব হার্ট্‌স্‌ হর্ণ্‌ (Spirits of hartshorn)।

প্রস্তুতকরণ প্রণালী।—পূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে যে পাত্থুরে কয়লা চোলাই করিলে কোল্‌ গ্যাস্‌ (Coal gas) ও অন্যান্য পদার্থের সহিত এমোনিয়া গ্যাস্‌ প্রচুর পরিমাণে নির্গত হয়। ঐ গ্যাস্‌ জলের মধ্যে প্রবেশ করাইলে জলের সহিত মিশ্রিত হইয়া যে এমোনিয়ার দ্রাবণ প্রস্তুত হয়, তাহাকে ইংরাজীতে Ammoniacal liquor of gas-works কহে। উহার সহিত চূণ যোগ করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে এমোনিয়া গ্যাস্‌ নির্গত হইয়া আইসে। এই গ্যাস্‌ হাইড্রোক্লোরিক্‌ এসিডের দ্রাবণে প্রবেশ করাইয়া উক্ত দ্রাবণকে শুষ্ক করিলে ক্লোরাইড্‌ অফ্‌ এমোনিয়া (নিসাদল) নামক এমোনিয়ার যৌগিক প্রস্তুত হয়। নিসাদলের সহিত সোডা, কলিচুণ বা অন্য কোন ক্ষার পদার্থ মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে এমোনিয়া গ্যাস্‌ নির্গত হয়, যথা—

$$NH_4Cl + CaO = CaCl_2 + 2NH_3 + H_2O$$

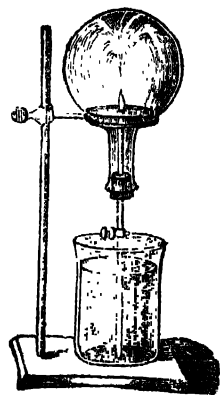
নিসাদল . চূণ ক্যাল্‌সিয়ম্‌ ক্লোরাইড এমোনিয়া জল

৯৭ পরীক্ষা।—একটী কাচকূপীর (৬৬ চিত্র, ক) মধ্যে এক ভাগ নিসাদল ও দুই ভাগ কলিচূণ রাখিয়া গ্যাস বাতি (ঘ) দ্বারা উত্তাপ প্রয়োগ কর। একটী দ্বিবক্র কাচনলের (খ) একমুখ ছিপি দ্বারা কাচকূপীতে সংলগ্ন কর, এবং অপর মুখ একটী শুষ্ক নিম্নমুখ কাচের বোতলের (গ) মধ্যে স্থাপন কর। এমোনিয়া গ্যাস্‌ বায়ু অপেক্ষা লঘু বলিয়া বায়ুকে স্থানচ্যুত করিয়া নিম্নমুখ কাচের বোতলের মধ্যে সঞ্চিত হইবে।

৬৬ চিত্র।

এমোনিয়া গ্যাস্ জলে সহজে দ্রবণীয় বলিয়া অক্সিজেন্ প্রভৃতি অন্যান্য গ্যাসের ন্যায় জলপূর্ণ পাত্র মধ্যে ইহাকে সঞ্চয় করিতে পারা যায় না, কিন্তু পারদপূর্ণ পাত্রে এই গ্যাস্‌কে সঞ্চয় করিতে পারা যায়। জলের মধ্যে এমোনিয়া গ্যাস্ প্রবেশ করাইলে উভয়ে মিলিত হইয়া এমোনিয়ার দ্রাবণ (Liquor Ammonia) প্রস্তুত হয়।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—এমোনিয়া বর্ণহীন অদৃশ্য গ্যাস্। ইহার গন্ধ অতীব তীব্র.; অধিক পরিমাণে নিশ্বাসের সহিত গৃহীত হইলে শ্বাসরোধ হইয়া প্রাণবিয়োগ হয়। অপেক্ষাকৃত অল্প পরিমাণে নিশ্বাসের সহিত গ্রহণ করিলে শ্বাসনালী ও ফুসফুসের শ্লৈষ্মিক ঝিল্লির (Mucous membrane) প্রদাহ উৎপাদন করে। বায়ু অপেক্ষা ইহা প্রায় অর্দ্ধগুণ লঘু। অধিক বায়ু-চাপ ও শৈত্য সংযোগে ইহাকে ঘনীভূত করিয়া তরল, এমন কি কঠিনাবস্থায়ও, পরিণত করা যাইতে পারে কিন্তু বায়ু-চাপ অপসারিত হইলেই তরল এমোনিয়া পুনরায় বায়বীয় আকারে পরিণত হয় এবং নিকটস্থ পদার্থ হইতে এত অধিক তাপ অপহরণ করে যে উহা অতিশয় শীতল হইয়া পড়ে। তরল এমোনিয়া সংলগ্ন কোন পাত্রে জল রাখিলে এই কারণে জল জমিয়া বরফ হইয়া যায়। কেরি সাহেবের আবিষ্কৃত বরফের কলে এইরূপে বরফ প্রস্তুত হইয়া থাকে।

ইতিপূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে যে এমোনিয়া জলে অতিশয় দ্রবণীয়; নিম্নলিখিত পরীক্ষা দ্বারা উহা সুন্দররূপে প্রদর্শিত হয়।

৬৭ চিত্র।

১৮ পরীক্ষা।—একটী কাচকূপী এমোনিয়া গ্যাস্ দ্বারা পূর্ণ করিয়া কূপীর মুখ একটী কাচের নলযুক্ত ছিপি দ্বারা বন্ধ কর। পরে অপর একটি জলপূর্ণ আয়ত পাত্রমধ্যে উহাকে নিম্নমুখে স্থাপন কর; জল শীঘ্র এমোনিয়া গ্যাস্ শোষণ করিয়া কাচ-কূপীর মধ্যে ফোয়ারার আকারে উত্থিত হইবে (৬৭ চিত্র)। যদি লাল লিটমসের দ্রাবণ জলের সহিত মিশ্রিত করিয়া রাখা যায়, তাহা হইলে কূপীর মধ্যে প্রবেশ করিবার সময় জল নীলবর্ণ ধারণ করিবে, কারণ এমোনিয়া গ্যাস্ একটী ক্ষারপদার্থ।

এমোনিয়া গ্যাস অক্সিজেনের মধ্যে জ্বলিয়া থাকে কিন্তু বায়ুমধ্যে সহজে

জলে না। যতক্ষণ দীপালোক সংযুক্ত থাকে ততক্ষণ জ্বলিতে থাকে, আলোক অপসারিত করিলে এমোনিয়ার শিখা নির্ব্বাপিত হইয়া যায়।

৯৯ পরীক্ষা।—নিম্নমুখ এমোনিয়া-পূর্ণ বোতলে একটি জ্বলন্ত বাতি প্রবেশ করাও। এমোনিয়া গ্যাস্ বাতির চতুর্দ্দিকে জ্বলিতে থাকিবে, কিন্তু বাতিটি বাহির করিয়া লইলেই উহা নিবিয়া যাইবে।

১৪ ভাগ ওজনের নাইট্রোজেন্ ৩ ভাগ ওজনের হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া এমোনিয়া গ্যাস্ উৎপাদন করে।

এমোনিয়া যে কোন দ্রাবকের সহিত মিশ্রিত হইলে উহাকে নক্ষারায় (Neutralise) করতঃ দ্রাবক ভেদে ভিন্ন ভিন্ন লবণ উৎপাদন করে।

১০০ পরীক্ষা।—একটী বোতল এমোনিয়া গ্যাস্ ও অপর একটী বোতল হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ গ্যাস্ দ্বারা পূর্ণ করতঃ উভয়কে মুখে মুখে উপর্য্যুপরি স্থাপন কর। বোতলদ্বয় তৎক্ষণাৎ এমোনিয়ম্ ক্লোরাইডের শ্বেতবর্ণ ধূম দ্বারা পূর্ণ হইবে।

এই ধূমাকার পদার্থ শীতল হইলে শ্বেতবর্ণ স্ফটিকাকারে বোতলের অভ্যন্তরে জমিয়া থাকে। উহা ক্লোরাইড্ অফ্ এমোমিয়ম্ নামক যৌগিক পদার্থ, এমোনিয়া ও হাইড্রোক্লোরিক্ এসিডের মিলনে উৎপন্ন হয়। এই পদার্থের বাঙ্গালা নাম 'নিসাদল'।

শিরোবেদনা হইলে আমরা স্মেলিং সল্ট্ (Smelling salt) নামক যে পদার্থ ব্যবহার করিয়া থাকি, তাহা এমোনিয়ম্ কার্ব্বনেট্ নামক এমোনিয়ার অপর একটী যৌগিক। ইহার সহিত অল্পমাত্রায় গন্ধ দ্রব্য মিশ্রিত করিয়া ইহাকে সুগন্ধযুক্ত করা হয়।

এমোনিয়া গ্যাসের পরীক্ষা।—(১) উগ্র গন্ধ দ্বারা এই গ্যাসের অস্তিত্ব অনুভূত হয়।

(২) লাল লিটমস্ কাগজ জলে ভিজাইয়া এমোনিয়া গ্যাসের মধ্যে ধারণ করিলে উহা নীলবর্ণ ধারণ করে।

(৩) একটী কাচদণ্ড উগ্র হাইড্রোক্লোরিক্ এসিডে নিমজ্জিত করিয়া এমোনিয়া গ্যাসের মধ্যে ধারণ করিলে শ্বেতবর্ণ ধূম অধিক পরিমাণে উদ্গত হয়।

অক্সিজেন্-যুক্ত নাইট্রোজেনের যৌগিক।

নাইট্রোজেন্ সহজে অক্সিজেনের সহিত মিলিত হয় না, কিন্তু এই দুইটী

গ্যাস্ একটী পাত্রের মধ্যে রাখিয়া তন্মধ্যে তড়িৎ-স্ফুলিঙ্গ উৎপাদন করিলে উভয়ের মধ্যে রাসায়নিক সম্মিলন উপস্থিত হইয়া নাইট্রোজেন্ ট্রাই-অক্সাইড্ ও নাইট্রোজেন্ টেট্রক্সাইড্ নামক রক্তবর্ণ ধূমাকারের দুইটী যৌগিক পদার্থ উৎপন্ন হয়।

নাইট্রোজেনের অক্সিজেন্-যুক্ত পাঁচটী যৌগিক আছে; ২৮ ভাগ ওজনের নাইট্রোজেনের সহিত বিভিন্ন ওজনের অক্সিজেন্ মিলিত হইয়া এই কয়টী যৌগিক প্রস্তুত করে। যৌগিকগুলির সংক্ষিপ্ত বিবরণ নিম্নে লিখিত হইল।

১। **নাইট্রোজেন্ মনক্সাইড (N_2O)**—ইহার অপর একটী নাম নাইট্রস্ অক্সাইড্ (Nitrous Oxide)। এমোনিয়ম্ নাইট্রেট্ নামক লবণে উত্তাপ প্রয়োগ করিলে উহা বিশ্লিষ্ট হইয়া এই গ্যাস্ উৎপন্ন হয়। ইহা বর্ণহীন ও অদৃশ্য এবং অক্সিজেনের ন্যায় দাহক বায়বীয় পদার্থ। অগ্নিমুখ দীপ-শলাকা এই গ্যাসের মধ্যে নিমজ্জিত হইলে পুনঃপ্রজ্বলিত হইয়া উঠে। ইহা বায়ুর সহিত মিশ্রিত হইয়া নিশ্বাসরূপে গৃহীত হইলে প্রথমতঃ ঈষৎ মত্ততা উৎপাদন করে, এইজন্য ইহাকে হাস্যোৎপাদক গ্যাস্ (Laughing gas) কহিয়া থাকে; অধিক পরিমাণে নিশ্বাসের সহিত গৃহীত হইলে সংজ্ঞা লোপ হয়। সহজ অস্ত্র-চিকিৎসা ও দন্ত-চিকিৎসায় এই গ্যাস্ ব্যবহৃত হয়; ইহার আঘ্রাণ লইলে রোগী কিছুক্ষণের জন্য অস্ত্রাঘাতজনিত যন্ত্রণা অনুভব করে না।

২। **নাইট্রোজেন্ ডাই-অক্সাইড্ বা নাইট্রিক্ অক্সাইড্ (N_2O_2)**—তাম্রপাত ও উগ্র নাইট্রিক্ এসিড্ একত্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে এই গ্যাস্ উৎপন্ন হয়। ইহা একটী বর্ণহীন গ্যাস্, কিন্তু অক্সিজেনের সহিত একত্রিত হইলেই রক্তবর্ণ ধূমাকারে নাইট্রোজেন্ ট্রাই-অক্সাইড্ ও নাইট্রোজেন্ টেট্রক্সাইডে পরিণত হয়। এই কারণে নাইট্রোজেন্ ডাই-অক্সাইড্-পূর্ণ বোতল বায়ু মধ্যে অনাবৃত অবস্থায় রাখিলে উহা শীঘ্র রক্তবর্ণ ধূমদ্বারা পরিপূর্ণ হয়। নাইট্রস্ অক্সাইড্ গ্যাসের সহিত নাইট্রিক্ অক্সাইড্ একত্রিত হইলে রক্তবর্ণ ধূম নির্গত হয় না (অক্সিজেনের সহিত প্রভেদ)।

৩। নাইট্রোজেন্ ট্রাই-অক্সাইড্ (N_2O_3)—ইতিপূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে যে নাইট্রোজেন্ ডাই-অক্সাইড্ ও অক্সিজেন্ এতদুভয়ে মিলিত হইয়া এই গ্যাস্ উৎপন্ন হয়। ইহা দেখিতে রক্তবর্ণ, শীতল জলের সহিত মিশ্রিত হইলে নাইট্রস্ এসিডের দ্রাবণ প্রস্তুত করে। নাইট্রস এসিড্ (HNO_2) ঘটিত লবণগুলি নাইট্রাইট্ নামে অভিহিত।

৪। নাইট্রোজেন্ টেট্রক্সাইড্ (NO_2) নাইট্রোজেন্ ডাই-অক্সাইড বায়ু বা অক্সিজেনের সহিত মিশ্রিত হইলে যে রক্তবর্ণ ধূম নির্গত হয়, তাহার অধিকাংশই এই গ্যাস্। লেড্ নাইট্রেট্ নামক লবণ উত্তপ্ত হইলেও এই গ্যাস্ উৎপন্ন হয়।

৫। নাইট্রোজেন্ পেণ্টক্সাইড (N_2O_5)—ইহা শ্বেতবর্ণ স্ফটিকাকার (Cystalline) কঠিন পদার্থ; সিল্ভার্ নাইট্রেট্ নামক লবণের সহিত ক্লোরিণ্ গ্যাস্ একত্রিত করিলে এই পদার্থ উৎপন্ন হয়। এই পদার্থ অতি সহজে বিশ্লিষ্ট হইয়া যায়। ইহা জলের সহিত সতেজে মিলিত হইয়া নাইট্রিক্ এসিড্ উৎপাদন করে।

নাইট্রিক্ এসিড্ (Nitric Acid)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন HNO_3 ; আণবিক গুরুত্ব ৬৩।

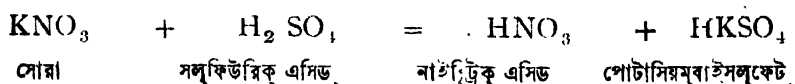
পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে যে নাইট্রোজেন-ঘটিত অর্গানিক পদার্থ পচিলে এমোনিয়া গ্যাস উৎপন্ন হয়। এই প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন এমোনিয়া অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া প্রথমতঃ নাইট্রস্ এসিড উৎপাদন করে, কিন্তু পোটাসিয়ম্, সোডিয়ম্ প্রভৃতি ধাতুর অক্সাইড্ উহার সহিত একত্রিত থাকিলে নাইট্রস্ এসিড্ অধিক পরিমাণ অক্সিজেন্ গ্রহণ করিয়া নাইট্রিক্ এসিডে পরিণত হয় এবং উহা উপরোক্ত ধাতব অক্সাইড্দিগের সহিত মিলিত হইয়া পোটাসিয়ম্ নাইট্রেট্ (সোরা) বা সোডিয়ম্ নাইট্রেট্ উৎপাদন করে। ভারতবর্ষের অনেক স্থানে মৃত্তিকা মধ্যে এইরূপে সোরা প্রস্তুত হইয়া থাকে এবং সময়ে সময়ে উহাকে ভূমির উপর দানা বাঁধিতে দেখা যায়। আমেরিকায় অন্তঃপাতী পেরু ও চিলি প্রদেশে সোডিয়ম্ নাইট্রেট্ নামক লবণ যথেষ্ট

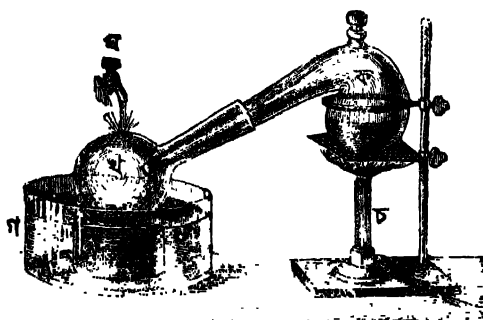
পরিমাণে মৃত্তিকা মধ্যে প্রাপ্ত হওয়া যায়। একপ্রকার উদ্ভিদণুর (Nitrifying organism) সাহায্যে এই সকল নাইট্রেট্ প্রকৃতি মধ্যে প্রস্তুত হইয়া থাকে।

সোরামিশ্রিত মৃত্তিকা জলে ফুটাইলে সোরা দ্রব্য হইয়া যায়; পরে উক্ত দ্রাবণ ছাঁকিয়া মৃত্তিকা হইতে পৃথক্ ও পরিষ্কৃত করিয়া ঘন করিয়া লইলেই সোরা লম্বা স্ফটিকাকারে পৃথক্ হইয়া পড়ে।

প্রস্তুতকরণ প্রণালী।—সোরার সহিত উগ্র (Concentrated) সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে নাইট্রিক্ এসিড বাষ্পাকারে নির্গত হয় এবং পাত্রমধ্যে হাইড্রোজেন্ পোটাসিয়ম্ সল্‌ফেট্ নামক লবণ অবশিষ্ট থাকে। যথা—

$$KNO_3 + H_2SO_4 = HNO_3 + HKSO_4$$

সোরা সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ নাইট্রিক্ এসিড পোটাসিয়ম্‌বাইসল্‌ফেট্

নিম্নে এই দ্রাবক প্রস্তুত করিবার যন্ত্রের একটী চিত্র প্রদত্ত হইল।

১০১ পরীক্ষা।—৬৮ চিত্র ক, একটী কাচের ছিপিযুক্ত কাচের রিটর্ট্; ছিপিটী খুলিয়া তন্মধ্যে সমানভাগে সোরা ও উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ একত্রে রাখ। রিটর্টের লম্বা নলটী

৬৮ চিত্র।

একটী কাচকূপীর (খ) মধ্যে প্রবেশকরাইয়া কূপীটী শীতল জলপূর্ণ পাত্র (গ) মধ্যে অর্দ্ধ নিমজ্জিত ভাবে রাখ এবং যাহাতে কূপীর উপরিভাগে অনবরত শীতল জলের ধারা (ঘ) পড়িতে থাকে, এরূপ বন্দোবস্ত কর। এক্ষণে রিটর্ট্‌টী গ্যাস্ বাতি (চ) দ্বারা উত্তপ্ত করিলে নাইট্রিক্ এসিড্ বাষ্পাকারে চোলাই হইয়া কাচকূপীর মধ্যে প্রবিষ্ট হয় এবং তথায় শৈত্য সংযুক্তহইয়া তরলাকারে পরিণত হইয়া থাকে।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—বিশুদ্ধ নাইট্রিক্ এসিড্ তরল, বর্ণহীন পদার্থ; আর্দ্র বায়ু মধ্যে অনাবৃত অবস্থায় রাখিলে উহা হইতে শ্বেতবর্ণ ধুম নির্গত হয়। ইহা কিছুদিন আলোক সংস্পর্শে থাকিলে কথঞ্চিৎ বিশ্লিষ্ট হইয়া হরিদ্রাবর্ণ ধারণ করে। ইহার গন্ধ উগ্র ও শ্বাস-প্রতিরোধক; অধিক পরিমাণে ইহার বাষ্প নিশ্বাসের সহিত গৃহীত হইলে ফুস্‌ফুসের প্রদাহ ও শ্বাস-রোধ হইয়া মৃত্যু ঘটিবার সম্ভাবনা। ইহা সহজেই জলের সহিত মিশ্রিত হয়।

অক্সিজেন্-গ্রাহক (Reducing) পদার্থ নাইট্রিক্ এসিডের সহিত একত্রিত হইলে নাইট্রিক্ এসিড্ হইতে উহা অক্সিজেন্ গ্রহণ করিয়া অক্সিজেন্-সংযুক্ত (Oxidised) হইয়া থাকে, এজন্য এই দ্রাবক একটা প্রধান অক্সিজেন্-প্রদায়ক (Oxidising) পদার্থ।

১০২ পরীক্ষা।—একটী পরীক্ষানলে উগ্র নাইট্রিক্ এসিড্ রাখিয়া তারবদ্ধ একখণ্ড কয়লার এক দিক দীপালোকে উত্তপ্ত করিয়া অগ্নিমুখ করতঃ উহাকে নলের উপরিভাগে স্থাপন কর। এক্ষণে উত্তাপ সংযোগে নাইট্রিক্ এসিড্ ফুটাইলে উহার বাষ্প সংস্পর্শে কয়লাখণ্ড উজ্জ্বলভাবে দগ্ধ হইতে থাকিবে।

১০৩ পরীক্ষা।—একটা পরীক্ষানলে উগ্র নাইট্রিক্ এসিড্ রাখিয়া এক গুচ্ছ কেশ নলের উপরিভাগে স্থাপন কর; উত্তাপ সংযোগে নাইট্রিক্ এসিড্ ফুটাইলে উহার বাষ্প সংস্পর্শে কেশ-গুচ্ছ জ্বলিয়া উঠিবে।

অধিকাংশ ধাতু নাইট্রিক্ এসিডের সহিত একত্রিত হইলে নাইট্রিক এসিড্ হইতে অক্সিজেন্ গ্রহণ করে। তাম্র বা টিন্ নাইট্রিক্ এসিডের সহিত একত্রিত হইলে রক্তবর্ণ ধুম নির্গত হয়, এবং হরিদ্বর্ণ নাইট্রেট্ অব্ কপার্ নামক লবণ বা শ্বেতবর্ণ মেটাষ্ট্যানিক্ এসিড্ নামক অক্সিজেনযুক্ত টিনের যৌগিক প্রস্তুত হয়। এই পরীক্ষা দ্বারা নাইট্রিক্ এসিডের স্বরূপও নিরূপিত হইয়া থাকে। রৌপ্যের সহিত নাইট্রিক্ এসিড্ একত্রিত হইলে নাইট্রেট্ অব্ সিল্‌ভার্ প্রস্তুত হয়।

স্বর্ণ বা প্ল্যাটিনম্ ধাতু নাইট্রিক এসিডে দ্রব হয় না।

নাইট্রিক্ এসিড্ কোন ধাতু বা ধাতুর অক্সাইডের সহিত মিলিত হইলে উক্ত ধাতুর নাইট্রেট্ নামক লবণ প্রস্তুত হয়। নাইট্রেট্ মাত্রেই জলে দ্রবণীয়।

চর্ম্ম প্রভৃতি নাইট্রোজেনযুক্ত অর্গানিক্ পদার্থ নাইট্রিক্ এসিড সংস্পর্শে

হরিদ্রাবর্ণ ধারণ করে; এই প্রক্রিয়াতে নাইট্রিক্ এসিড্ হরিদ্রাবর্ণ জ্যান্থো-প্রোটীক্ এসিডে (Xantho-proteicacid) পরিণত হইয়া এইরূপ বর্ণ উৎপাদন করে। শরীরের কোন স্থানে উগ্র নাইট্রিক্ এসিড্ লাগিলে ঘা হয়।

গন্ কটন্, নাইট্রোগ্লিসেরিন্ প্রভৃতি স্ফোটন-শীল পদার্থ প্রস্তুত করিবার নিমিত্ত নাইট্রিক্ এসিড্ বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

স্বরূপ নিরূপণ—১। তাম্রখণ্ডের সহিত উগ্র নাইট্রিক্ এসিড্ একত্রিত হইলে তৎক্ষণাৎ রক্তবর্ণ ধূম নির্গত হয়। নাইট্রিক্ এসিড্ জলমিশ্রিত হইলে উহাতে তাম্রখণ্ড যোগ করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে রক্তবর্ণ ধূম নির্গত হইয়া থাকে।

২। নাইট্রিক্ এসিড্ বা যে কোন নাইট্রেটের সহিত ফেরস্ সল্‌ফেটের দ্রাবণ যোগ করিয়া উহার সহিত উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ মিশ্রিত করিলে উভয়ের সন্ধিস্থলে একটী কৃষ্ণবর্ণ রেখা উৎপন্ন হয়।

৩। ব্রুসিন্ নাইট্রিক এসিডের সহিত একত্রিত হইলে রক্তবর্ণ ধারণ করে।

হাইড্রোজেনের পরিমাণানুসারে দ্রাবকদিগের শ্রেণী বিভাগ।

নাইট্রিক্ এসিড্ প্রভৃতি যে সকল দ্রাবকে এক পরমাণু মাত্র হাইড্রোজেন্ থাকে এবং উহার স্থান মনাড্ ধাতুর এক পরমাণু দ্বারা অধিকৃত হইয়া উক্ত ধাতুর লবণ প্রস্তুত হয়, সেই সকল দ্রাবককে মনোবেসিক (Monobasic) দ্রাবক কহে; যথা, নাইট্রিক্ এসিড্ (HNO_3), হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ (HCl)।

যে সকল দ্রাবকে দুই পরমাণু হাইড্রোজেন্ থাকে এবং উহাদিগের স্থান মনাড্ (Monad) ধাতুর দুই পরমাণু বা ডায়াড্ (Dyad) ধাতুর এক পরমাণু দ্বারা অধিকৃত হয়, তাহাদিগকে ডাই-বেসিক্ (Di-basic) দ্রাবক কহে; যথা, সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ (H_2SO_4), কার্ব্বনিক্ এসিড্ (H_2CO_3) ইত্যাদি।

এইরূপে ফস্ফরিক্ এসিড্ (H_3PO_4) প্রভৃতি কতিপয় দ্রাবক ট্রাই-বেসিক্ (Tri-basic) এবং সিলিসিক্ এসিড্ (H_4SiO_4) প্রভৃতি অপর কতকগুলি দ্রাবক টেট্রা-বেসিক্ (Tetra-basic) দ্রাবক বলিয়া অভিহিত হয়।

—০:০:০—

ষষ্ঠ পরিচ্ছেদ।

কার্ব্বন্ Carbon)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন C ; পারমাণবিক গুরুত্ব ১২.০০৫

কাষ্ঠ, শর্করা প্রভৃতি উদ্ভিজ্জ এবং অস্থি, মাংস্ প্রভৃতি জান্তব পদার্থ দগ্ধ হইলে প্রথমতঃ কৃষ্ণবর্ণ ধারণ করে, পরে অধিকতর উত্তাপ প্রয়োগে ভস্মে পরিণত হয়। এই সকল পদার্থ মধ্যে কার্ব্বন্ আছে বলিয়া ইহারা পুড়িলে কৃষ্ণবর্ণ হয়, ইহাদিগের মধ্যে নাইট্রোজেন, হাইড্রোজেন প্রভৃতি অন্যান্য যে সকল মূল পদার্থ থাকে, দগ্ধ হইবার সময়ে তাহারা বিবিধ আকার ধারণ করিয়া অ স্হত হয়—কেবল মাত্র কৃষ্ণবর্ণ কার্ব্বন ও কতিপয় লবণ ভস্মাকারে অবশিষ্ট থাকে। তাপের আধিক্য হইলে এই কার্ব্বন্ও বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া অদৃশ্য কার্ব্বনিক এসিড্ গ্যাসে পরিণত হয়।

উদ্ভিদ্ বা জীব শরীরে কার্ব্বন্ অত্যধিক পরিমাণে অবস্থিতি করে। ভূ-গর্ভে পাথরে কয়লার আকারে কার্ব্বন প্রচুর পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়। কেরোসিন্ বা মেটিয়া তৈলেও কার্ব্বনের পরিমাণ অধিক থাকে, ইহার অন্যতর উপাদান হাইড্রোজেন। পুনশ্চ কার্ব্বন্ অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস রূপে বায়ু মধ্যে অবস্থিতি করে। এতদ্ব্যতীত চা-খড়ি, লাইম্ ষ্টোন্ (Lime-stone), ডলোমাইট্ (Dolomite) প্রভৃতি কার্ব্বনেট্ অভিধেয় নানাবিধ খনিজ পদার্থ মধ্যে কার্ব্বন্, ক্যাল্সিয়ম্, ম্যাগ্নেসিয়ম্ প্রভৃতি ধাতু এবং অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া অবস্থিতি করে।

কার্ব্বনের বিভিন্ন রূপ (Allotropy)—প্রকৃতি মধ্যে ত্রিবিধ আকারের কার্ব্বন্ দেখিতে পাওয়া যায়, যথা হীরক (Diamond), গ্রাফাইট্ (Graphite) বা কৃষ্ণসীস এবং কয়লা। এই তিনটী পদার্থের মধ্যে দৃশ্যতঃ কোন সাদৃশ্য না থাকিলেও উহারা রাসায়নিক ধর্ম্ম সম্বন্ধে এক অর্থাৎ প্রত্যেকটী কার্ব্বনের ভিন্নরূপ ব্যতীত আর কিছুই নহে। কয়লা পোড়াইলে কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ উৎপন্ন হয়; হীরক বা গ্রাফাইট্ পোড়া-

ইলেও কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ ব্যতীত আর কিছুই উৎপন্ন হয় না। সমান ওজনের হীরক, গ্রাফাইট্ বা কয়লা পোড়াইলে একই ওজনের কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস উৎপন্ন হইয়া থাকে। হীরক, গ্রাফাইট্ বা কয়লা কোন পদার্থেই দ্রব হয় না, ইহাদিগের কোন স্বাদ বা গন্ধ নাই এবং উত্তাপ সংযোগে দ্রব না হইয়া পুড়িয়া ভস্ম হইয়া যায়।

এইরূপে কার্ব্বনের ন্যায় যে কোন মূল-পদার্থ একাধিক বিভিন্ন আকারে থাকিলে মূল-পদার্থের উক্ত ধর্ম্মকে ইংরাজীতে এলোট্রপি (Allotropy) কহে। ওজোনের বর্ণনার সময়ে ইহার উল্লেখ করা হইয়াছে।

১। হীরক—ভারতবর্ষ, বোর্ণিয়ো, ব্রেজিল্ ও আফ্রিকা প্রভৃতি দেশে হীরকের আকর আছে। ভারতবর্ষস্থ গোলকুণ্ডা প্রদেশ হীরকের খনির জন্য একসময়ে বিখ্যাত ছিল। হীরক বহুমূল্য রত্ন। আমাদের দেশে কোহিনুর নামে যে হীরক ছিল, তাহা এক্ষণে ভারতেশ্বরের মুকুটে সর্ব্বশ্রেষ্ঠ মণিরূপে বিরাজ করিতেছে। বিশুদ্ধ হীরক স্বচ্ছ ও বর্ণহীন; অন্যান্য বর্ণের যে সকল হীরক দেখিতে পাওয়া যায়, তাহারা প্রায়ই বিশুদ্ধ নহে। হীরক স্ফটিকাকারে অবস্থিতি করে; "পল্‌কাটা" হইলে উজ্জ্বল দীপ্তি ধারণ করে। হীরক অতিশয় কঠিন পদার্থ। হীরক কাচ অপেক্ষাও কঠিন, এজন্য কাচ কাটিবার জন্য হীরক খণ্ড ব্যবহৃত হয়।

২। গ্রাফাইট্ বা কৃষ্ণসীস্—ইহার অপর নাম প্লম্বেগো (Plumbago) বা ব্ল্যাক্ লেড্ (Black lead); ইহা ভূ-গর্ভে বহুল পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়। ভারতবর্ষের দক্ষিণ প্রদেশে ও সিংহল দ্বীপে গ্রাফাইটের খনি আছে। ইহা দেখিতে কৃষ্ণবর্ণ, ধাতব-ঔজ্জ্বল্য-সম্পন্ন এবং কোমল অর্থাৎ আচড় কাটিয়া উহার উপর সহজে চিহ্ন করা যাইতে পারে। গ্রাফাইট্ তাপ ও তড়িৎ অল্প পরিমাণে পরিচালন করিয়া থাকে। ইহা কাগজের উপর টানিলে কাল দাগ পড়ে; আমরা সচরাচর যে উডন্ পেন্সিল্ (Wooden pencil) দ্বারা কাগজের উপর লিখিয়া থাকি, তাহার শীষ গ্রাফাইট্ দ্বারা নির্ম্মিত। গ্রাফাইট্ সচরাচর স্ফটিকাকারে অবস্থিতি করে। উত্তাপ সংযোগে সহজে দ্রব হয় না বলিয়া গ্রাফাইট্ দ্বারা মুষা বা মুচী (Crucible) প্রস্তুত করিয়া উহাতে স্বর্ণ, রৌপ্য প্রভৃতি ধাতু দ্রব করা হয়। গ্রাফাইট্ মাখাইয়া

রাখিলে লৌহ নির্ম্মিত পদার্থে সহজে মড়িচা ধরিতে পারে না। বন্দুক ও কামানের বারুদ গ্রাফাইট্ মাখান থাকিলে সহজে আর্দ্র হয় না, তজ্জন্য গ্রাফাইট্ উক্ত কার্য্যে বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। কলের ঘর্ষণ (Friction) নিবারণের নিমিত্ত চর্ব্বির পরিবর্ত্তে কখন কখন গ্রাফাইট্ ব্যবহৃত হয়।

৩। কয়লা (Charcoal) ও পাতুরে কয়লা (Coal)—কাষ্ঠ পোড়াইলে যে অঙ্গার প্রস্তুত হয়, তাহাকে সাধারণতঃ উদ্ভিদঙ্গার বা কয়লা (Charcoal) কহে। অস্থি দগ্ধ করিয়া যে অঙ্গার উৎপন্ন হয়, তাহাকে জান্তব বা অস্থি-অঙ্গার (Animal charcoal or bone black) কহে।

অতি প্রাচীনকাল হইতে ভূ-গর্ভে প্রোথিত উদ্ভিদ্ সমূহ প্রাকৃতিক পরিবর্ত্তনে কার্ব্বনে পরিণত হইয়া রহিয়াছে ; ইহা পাতুরে কয়লা নামে প্রসিদ্ধ। হীরক ও গ্রাফাইট্ ব্যতীত আর যত প্রকার কার্ব্বন্ দেখিতে পাওয়া যায়, তাহারা সকলেই দানা বিহীন (Amorphous)।

অনাবৃত স্থানে কাষ্ঠ জ্বালাইলে উহা বায়ুস্থিত অক্সিজেন্ সংযোগে একেবারে দগ্ধ হইয়া কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাসে পরিণত হয় ; সুতরাং কয়লা প্রস্তুত করিতে হইলে কাষ্ঠ সাজাইয়া তদুপরি মাটীর লেপ দিয়া (যাহাতে ভিতরে বায়ু প্রবেশ করিতে না পারে) অগ্নি সংযোগ করিলে উহা প্রস্তুত হইয়া থাকে। পাতুরে কয়লা রুদ্ধ স্থানে পোড়াইলে (Destructive or Dry distillation) কোল্ গ্যাস্, এমোনিয়া, আল্কাত্রা ও কোক্ কয়লা প্রস্তুত হয়। কোক্ কয়লা আমরা সচরাচর ইন্ধনরূপে ব্যবহার করিয়া থাকি।

দীপ-শিখা কোন স্থানে পতিত হইলে তথায় যে কৃষ্ণবর্ণ সূক্ষ্ম চূর্ণ সঞ্চিত হয়, তাহাকে ভূষা (Lamp black) কহে ; ইহা কয়লার রূপান্তর মাত্র। ছাপার কালী প্রস্তুত করিবার নিমিত্ত ভূষা প্রচুর পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

কয়লার স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—ইহা কৃষ্ণবর্ণ, ভঙ্গপ্রবণ ও সছিদ্র। ছিদ্রগুলি বায়ুপূর্ণ থাকে বলিয়া ইহা জল অপেক্ষা ভারী হইলেও জলের উপর ভাসিতে থাকে। কয়লা সছিদ্র বলিয়া দুর্গন্ধময় গ্যাস্ শোষণ করিতে সক্ষম, এজন্য হাসপাতাল প্রভৃতি স্থানে দুর্গন্ধ দূর করিবার জন্য কয়লাপূর্ণ ঝুড়ি গৃহের মধ্যে ঝুলাইয়া রাখা হয়। ছিদ্রমধ্যস্থিত বায়ু মধ্যে যে অক্সিজেন্ থাকে,

তাহা দুর্গন্ধময় গ্যাস্ সমূহের সহিত মিলিত হয় এবং উহাদিগকে অক্সিজেন্ সংযুক্ত করিয়া উহাদের অনিষ্টকারী ক্ষমতা নাশ করে; এতদুপায়ে উক্ত-স্থানের বায়ু পরিষ্কৃত হয়। কয়লা ভিজা হইলে উহার ছিদ্র সকল বন্ধ হইয়া যায় সুতরাং উহার শোষক গুণ থাকে না। কোন পাত্রে পচা দ্রব্য রাখিয়া তদুপরি শুষ্ক কয়লা চাপা দিলে কিয়ৎক্ষণ পরে দুর্গন্ধ একবারেই অনুভূত হয় না। দুর্গন্ধময় গ্যাস্ শোষণের জন্য কয়লা খণ্ডই উপযোগী, কয়লার গুঁড়া দ্বারা ভালরূপ কার্য্য হয় না।

কয়লা যে শুদ্ধ দুর্গন্ধময় গ্যাস্ শোষণ করে এমত নহে, উহা অর্গানিক্ পদার্থও নষ্ট করে। অর্গানিক্-পদার্থ-মিশ্রিত অপরিষ্কৃত জল কয়লা দ্বারা ছাঁকিয়া লইলে পরিষ্কৃত হয়, এজন্য কয়লা ছাঁকনিরূপে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। কয়লা ছাঁকনিরূপে কিছুদিন ব্যবহার করিলে ছিদ্র সকল জলস্থিত দূষিত পদার্থ দ্বারা রুদ্ধ হইয়া যায়, সুতরাং তখন উহা একবারে অব্যবহার্য্য হইয়া পড়ে; এজন্য মধ্যে মধ্যে উহাকে রুদ্ধ পাত্রে পোড়াইয়া পুনরায় ব্যবহারোপযোগী করিয়া লইতে হয়।

কয়লার দ্বারা উদ্ভিজ্জ বর্ণ নষ্ট হইয়া যায়। উদ্ভিজ্জ অঙ্গার অপেক্ষা জান্তব অঙ্গারের বর্ণ নাশ করিবার শক্তি অধিকতর প্রবল, এজন্য ইহা চিনি-প্রস্তুত প্রভৃতি ব্যবসাকার্য্যে বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। যে কোন উদ্ভিজ্জ বর্ণ জলে দ্রব করিয়া জান্তব কয়লার দ্বারা ছাঁকিয়া লইলে দ্রাবণটী বর্ণহীন হইয়া যায়।

১০৪ পরীক্ষা।—একটী ফনেলের উপর ব্লটিং কাগজের ঢাঁকান রাখিয়া উহার অর্দ্ধাংশ অস্থি-অঙ্গার দ্বারা পূর্ণ করতঃ নীলবড়ি বা লিট্‌মসের দ্রাবণ উপরে ঢালিয়া দাও এবং ফনেলের নীচে একটী কাচপাত্র স্থাপন কর; দ্রাবণটী বর্ণহীন হইয়া কাচ পাত্রে পড়িবে।

নীলবড়ি চূর্ণ করিয়া উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিডের সহিত ঈষদুত্তপ্ত করতঃ জলমিশ্রিত করিলেই নীলবড়ির দ্রাবণ প্রস্তুত হয়।

চিনি পরিষ্কার করিবার জন্য অস্থি-অঙ্গার বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। ইক্ষু বা বিট্ পালমের রস অস্থি-অঙ্গার দ্বারা ছাঁকিয়া লইলে একবারে বর্ণহীন হইয়া যায়; উক্ত ছাঁকা রস উত্তাপ সংযোগ গাঢ় হইয়া দানা বাঁধিলে শুভ্রবর্ণ চিনি প্রস্তুত হইয়া থাকে।

কাঠের খুঁটি জমির নীচে প্রোথিত থাকিলে কিছুদিন পরে পচিয়া যায়, কিন্তু কয়লা জমির নীচে বহুদিন পর্য্যন্ত অবিকৃত অবস্থায় থাকে। এজন্য

খুঁটির যে অংশ জমীর নীচে থাকে, তাহার গাত্রের উপরিভাগমাত্র পোড়াইয়া প্রোথিত করিলে বহুদিন পর্য্যন্ত অভ্যন্তরস্থ কাষ্ঠ নষ্ট হয় না।

কার্ব্বন্ কোন মূল-পদার্থের সহিত সহজ তাপ-মাত্রায় মিলিত হয় না কিন্তু সমধিক উত্তাপ সংযোগে কতকগুলি মূল-পদার্থের সহিত মিলিত হয়। ইহা অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া দ্বিবিধ যৌগিক প্রস্তুত করে। বায়ু বা অক্সিজেনের মধ্যে কয়লা পোড়াইলে উহা অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া কার্ব্বন্ ডাই-অক্সাইড্ (CO_2) নামক গ্যাস্ প্রস্তুত করে, কিন্তু অল্প পরিমাণ বায়ু মধ্যে কয়লা পোড়াইলে কার্ব্বন্ মনক্সাইড্ (CO) নামক অপর একটী গ্যাস্ প্রস্তুত হয়।

অক্সিজেন্ অন্য পদার্থের সহিত মিলিত থাকিলেও অত্যধিক উত্তাপ সংযোগে পৃথক্ হইয়া কার্ব্বনের সহিত মিলিত হয়। যদি কোন ধাতুর অক্সাইড্‌কে কয়লার সহিত মিশ্রিত করিয়া উত্তপ্ত করা যায়, তাহা হইলে কয়লা উক্ত যৌগিক হইতে অক্সিজেন্ গ্রহণ করিয়া কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাসে পরিণত হয় এবং মূল-ধাতুটী পৃথক্ হইয়া পড়ে। অধিকাংশ ধাতু অক্সাইডের আকারে আকর মধ্যে পাওয়া যায়; ঐ সকল খনিজ-পদার্থ (Ores) হইতে মূল-ধাতু পৃথক্ করিবার নিমিত্ত কয়লা প্রচুর পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। এই প্রক্রিয়াকে লঘূকরণ (Reduction) কহে।

অক্সিজেন্-যুক্ত কার্ব্বন্-যৌগিক।

উপরে উক্ত হইয়াছে যে কার্ব্বন্ ও অক্সিজেন্ মিলিত হইয়া কার্ব্বন্ মনক্সাইড্ (CO) এবং কার্ব্বন্ ডাই-অক্সাইড (CO_2) নামক দুইটী যৌগিক উৎপাদন করে; ইহারা দুইটিই বায়বীয় পদার্থ।

কার্ব্বন্ মনক্সাইড (Carbon Monoxide)

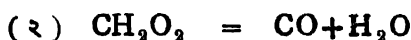
সাঙ্কেতিক চিহ্ন CO ; আণবিক গুরুত্ব ২৮।

অল্প পরিমাণ বায়ু মধ্যে কয়লা পোড়াইলে কার্ব্বন্ ডাই-অক্সাইড্ গ্যাসের সহিত এই গ্যাস্ উৎপন্ন হয়। চুলীর মধ্যে প্রাচুরে কয়লা পোড়াইলে

কার্ব্বন্ মনক্সাইড্ গ্যাস্ প্রচুর পরিমাণে উৎপন্ন হয় এবং নীলাভ শিখা বিস্তার করিয়া জ্বলিতে থাকে। কয়লা জ্বালাইলে চুল্লীর তলদেশে প্রথমতঃ যে কার্ব্বন্ ডাই-অক্সাইড্ গ্যাস্ উৎপন্ন হয়, উপরিভাগে উঠিবার সময়ে লোহিতোত্তপ্ত কয়লা উহা হইতে এক পরমাণু অক্সিজেন্ গ্রহণ করিয়া উহাকে কার্ব্বন্ মনক্সাইড্ গ্যাসে পরিণত করে। চুল্লীর উপরিভাগে উক্ত গ্যাস্ নীলবর্ণ শিখা বিস্তার করিয়া জ্বলিতে থাকে এবং বায়ু হইতে এক পরমাণু অক্সিজেন্ গ্রহণ করিয়া পুনরায় কার্ব্বন্ ডাই-অক্সাইড্ গ্যাসে পরিণত হয়।

প্রস্তুত করণ প্রণালী—অক্‌জ্যালিক্ এসিড্ ($C_2H_2O_4$) বা ফর্ম্মিক্ এসিড্ (CH_2O_2) উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিডের সহিত মিশ্রিত করিয়া উত্তপ্ত করিলে কার্ব্বন্ মনক্সাইড্ গ্যাস্ উৎপন্ন হয়। এই প্রক্রিয়াতে সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ উক্ত পদার্থদ্বয় হইতে কেবলমাত্র জলাংশ গ্রহণ করে, সুতরাং অক্‌জ্যালিক্ এসিড্ কার্ব্বন্ মনক্সাইড্ ও কার্ব্বন্-ডাই-অক্সাইড্ নামক দুইটী গ্যাসে এবং ফর্ম্মিক এসিড্ শুদ্ধ কার্ব্বন্ মনক্সাইড্ গ্যাসে পরিণত হয়; যথা—

(১) $C_2H_2O_4 = CO_2+CO+H_2O$

(২) $CH_2O_2 = CO+H_2O$

কষ্টিক্ সোডা বা পটাশের দ্রাবণের মধ্য দিয়া প্রথম প্রতিক্রিয়াজনিত মিশ্র গ্যাস্ লইয়া গেলে কার্ব্বন্ ডাই-অক্সাইড্ গ্যাস্ কষ্টিক্ পটাশ্ বা সোডার সহিত মিলিত হয় এবং শুদ্ধ কার্ব্বন্ মনক্সাইড্ গ্যাস্ নলের মুখ দিয়া নির্গত হইতে থাকে। এই গ্যাস্‌কে নিম্ন-মুখ জল-পূর্ণ পাত্রে সঞ্চয় করা যায়।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম—এই গ্যাস্ স্বাদ ও গন্ধবিহীন, অদৃশ্য এবং জলে অদ্রবণীয়। ইহা দাহক নহে কিন্তু দাহ্য—দীপালোক সংযুক্ত হইলে নীলাভ শিখা বিস্তার করিয়া জ্বলিতে থাকে। জ্বলিবার সময় বায়ু হইতে অক্সিজেন্ গ্রহণ করিয়া কার্ব্বন্ ডাই-অক্সাইড্ গ্যাসে পরিণত হয়।

১০৫ পরীক্ষা।—কার্ব্বন্ মনক্সাইড্ গ্যাস্ পূর্ণ বোতলের মধ্যে একটী জ্বলন্ত বাতি প্রবেশ করাও; বাতিটী নিবিয়া যাইবে কিন্তু বোতলের মুখে উক্ত গ্যাস্ জ্বলিতে থাকিবে।

ইহা এমোনিয়া-মিশ্রিত কিউপ্রস্ ক্লোরাইডের দ্রাবণে (Ammoniacal Cuprous chloride solution) দ্রবনীয়।

কার্ব্বন্-মনক্সাইড্ অতিশয় বিষাক্ত গ্যাস্। ইহা নিশ্বাসের সহিত গৃহীত হইলে রক্তের সহিত মিশ্রিত হইয়া শিরঃপীড়া, অবসন্নতা এবং ক্রমে অচৈতন্ত অবস্থা উৎপাদন করে ; অধিক মাত্রায় শরীরের মধ্যে প্রবিষ্ট হইলে মৃত্যু পর্য্যন্ত ঘটিয়া থাকে। শীতকালে কেহ কেহ শয়ন-গৃহের জানালা দরজা প্রভৃতি রুদ্ধ করিয়া শীত নিবারণার্থ অভ্যন্তরে কয়লা জ্বালাইয়া নিদ্রাগমন করে ; এইরূপ কার্য্য দ্বারা অতিশয় বিপৎপাতের সম্ভাবনা। রুদ্ধ গৃহে কয়লা পুড়িবার সময় কার্ব্বন্ মনক্সাইড গ্যাস্ প্রচুর পরিমাণে উৎপন্ন হইয়া বায়ুর সহিত মিশ্রিত হয় এবং নিদ্রাগত ব্যক্তি উহা বারম্বার নিশ্বাস রূপে গ্রহণ করিয়া মৃত্যু-মুখে পতিত হয়। আমরা প্রসবগৃহে সচরাচর কাঠ, কয়লা বা গুল জ্বালা-ইয়া থাকি এবং পাছে প্রসূতি ও নবজাত শিশুটীকে ঠাণ্ডা লাগে, এই ভয়ে উক্ত গৃহের বায়ু গমনাগমনের সমস্ত পথ রুদ্ধ করিয়া দিই। ইহাতে কার্ব্বন্ মনক্সাইড্ গ্যাস্ গৃহ মধ্যে অধিক পরিমাণে সঞ্চিত হয় এবং প্রসূতি ও শিশুর স্বাস্থ্য নষ্ট হয় এবং প্রাণহানিও ঘটিয়া থাকে। বিশুদ্ধ বায়ু সেবনই এই রোগের প্রধান চিকিৎসা।

——:০:——

কার্ব্বন্ ডাই-অক্সাইড্ (Carbon Dioxide)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন CO_2 ; আণবিক গুরুত্ব ৪৪।

ইতিপূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে যে কার্ব্বন্ ডাই অক্সাইড্ গ্যাস্ বায়ু মধ্যে অল্প পরিমাণে অবস্থিতি করে। এতদ্ব্যতীত কতিপয় আগ্নেয় গিরির সন্নিকটস্থ ভূ-ভাগ হইতে এই গ্যাস উত্থিত হয়। সকল জলেই ইহা অল্প পরিমাণে বিদ্যমান থাকে কিন্তু কতিপয় খনিজ জলে ইহা অত্যাধিক পরিমাণে দ্রব হইয়া রহে।

এই গ্যাস্ বেসের সহিত মিলিত হইয়া কার্ব্বনেট্ নামক যৌগিকশ্রেণী উৎপাদন করে। ক্যাল্সিয়ম্ কার্ব্বনেট্, চাখড়ি ও লাইম্ ষ্টোন্ রূপে পৃথিবীর অনেক স্থানে বহুল পরিমাণে সঞ্চিত থাকিতে দেখা যায়। মুক্তা, প্রবাল, ঝিনুক, শামুকের খোলা প্রভৃতি সামুদ্রিক জীবের কঠিন দেহাবরণ কার্ব্বনেট্ অফ্ ক্যাল্সিয়ম্ দ্বারা গঠিত ; ইহাদিগকে দগ্ধ করিলে চুণ প্রস্তুত হয়।

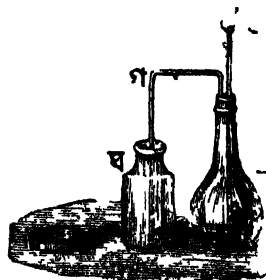
জীব শরীর হইতে প্রশ্বাসের সহিত নিয়ত কার্ব্বনিক্ এসিড গ্যাস্ নির্গত হইয়া থাকে।

১০৬ পরীক্ষা।—একটী কাচ পাত্রে পরিষ্কৃত চূণের জল রাখিয়া কাচের নল সাহায্যে তন্মধ্যে কয়েকবার ফুৎকার দাও, চূণের জল শীঘ্রই শ্বেতবর্ণ ও ঘোলা হইয়া যাইবে। প্রশ্বাস-ত্যক্ত কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ চূণের জলের সহিত মিলিত হইয়া শ্বেতবর্ণ কার্ব্বনেট্ অফ্ লাইম্ প্রস্তুত করে, এজন্য চূণের জল ঘোলা দেখায়।

এতদ্ভিন্ন কোন বস্তু পচিলে বা গাঁজিলে এবং কার্ব্বন্ বা কার্ব্বন্-ঘটিত অর্গানিক্ পদার্থ দগ্ধ হইলে কার্ব্বন্ ডাই-অক্সাইড গ্যাস্ উৎপন্ন হইয়া থাকে।

প্রস্তুত-করণ-প্রণালী—যে কোন কার্ব্বনেট্ দ্রাবকের সহিত মিশ্রিত হইলে ফুটিয়া কার্ব্বন্ ডাই অক্সাইড গ্যাস্ উৎপাদন করে। সচরাচর ক্যালসিয়ম্ কার্ব্বনেটের সহিত হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড মিশ্রিত করিয়া এই গ্যাস্ প্রস্তুত করা হয়; যথা—

$$CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + CO_2 + H_2O$$

নিম্নে এই গ্যাস্ প্রস্তুত করিবার যন্ত্রের একটী চিত্র প্রদত্ত হইল।

১০৭ পরীক্ষা।—একটী কাচকূপীর (৬৯ চিত্র ক) মধ্যে কতকগুলি মার্ব্বল্ খণ্ড (মার্ব্বল্ এক প্রকার কার্ব্বনেট্ অফ্ লাইম্) রাখিয়া উহার মুখ একটী দ্বি-ছিদ্রযুক্ত ছিপি দ্বারা বন্ধ কর; ফনেল্ যুক্ত একটী কাচ নল (খ) একটী ছিদ্র দিয়া কাচ কূপীর তলদেশ পর্য্যন্ত এবং অপর ছিদ্র দিয়া আর একটি বক্র কাচনল (গ) কূপীর গলদেশ পর্য্যন্ত প্রবেশ করাও। পরে জলমিশ্রিত হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ ফনেলের মধ্যে ঢালিয়া দিলে উহা মার্ব্বলের সঙ্গে একত্রিত হইবামাত্র ফুটিয়া উঠিবে এবং বক্রনল দিয়া কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস নির্গত হইতে থাকিবে। এক্ষণে বক্রনল একটী কাচের বোতলের (ঘ) মধ্যে প্রবেশ করাইলে কার্ব্বন্ ডাই-অক্সাইড্ গ্যাস্ গুরুভার হেতু বায়ুকে স্থানচ্যুত করিয়া বোতলের মধ্যে সঞ্চিত হইবে।

৬৯ চিত্র।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম—কার্ব্বন্ ডাই-অক্সাইড গ্যাস্ অদৃশ্য এবং বর্ণ ও গন্ধ-বিহীন। অক্সিজেনের ন্যায় ইহা দহন কার্য্যে সহায়তা করে না এবং নিজেও দাহ্য নহে।

১০৮ পরীক্ষা ।—প্রজ্বলিত বাতি কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ দ্বারা পূর্ণ বোতলে নিমজ্জিত কর ; বাতিটী নিবিয়া যাইবে অথচ গ্যাস্ জ্বলিবে না ।

১০৯ পরীক্ষা ।—একটি বৃহৎ কাচ পাত্র কার্ব্বন্ ডাই-অক্সাইড্ গ্যাস্ দ্বারা পূর্ণ করিয়া তন্মধ্যে কেরোসিন্-সিক্ত জ্বলন্ত পাটের গোলা নিক্ষেপ কর ; উহার আলোক তৎক্ষণাৎ নিবিয়া যাইবে ।

কার্ব্বন্ ডাই-অক্সাইড গ্যাস্ এইরূপে প্রজ্বলিত শিখা নির্ব্বাণ করিতে পারে বলিয়া উহা সময়ে সময়ে অগ্নি-কাণ্ড নিবারণের নিমিত্ত ব্যবহৃত হইয়া থাকে ।

কার্ব্বন্ ডাই-অক্সাইড গ্যাস্ বায়ু অপেক্ষা ভারী, এজন্য ইহাকে তরল পদার্থের ন্যায় এক পাত্র হইতে অপর পাত্রে ঢালিতে পারা যায় । ঢালিবার সময় পাত্রস্থ বায়ুকে স্থানচ্যুত করিয়া উহার স্থান অধিকার করে ।

১১০ পরীক্ষা ।—একটী বায়ু-পূর্ণ কাচ-পাত্র তুলাদণ্ডে ওজন করিয়া পাল্লার উপর রাখ । পরে কার্ব্বন্ ডাই-অক্সাইড্ গ্যাস্ পূর্ণ বোতল হইতে কাচ-পাত্র মধ্যে উক্ত গ্যাস ঢালিয়া দাও ; এই গ্যাস্ বায়ু অপেক্ষা ভারী বলিয়া কাচ-পাত্রটী অধিক ভারী হইয়া নামিয়া পড়িবে ।

১১১ পরীক্ষা ।—কলোডিয়ন্ (Gollodion) নির্ম্মিত একটী বেলুন বায়ু দ্বারা স্ফীত করিয়া একটী আয়ত কাচ-পাত্র মধ্যে ছাড়িয়া দিলে তলদেশে অবস্থিত করিবে । এক্ষণে উক্ত পাত্র মধ্যে কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ প্রবেশ করাও—বেলুনটী ভাসিয়া উঠিবে, কারণ বায়ু কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ অপেক্ষা লঘু ।

একটী জ্বলন্ত বাতির শিখার উপর বোতলস্থিত কার্ব্বনিক্ এসিড গ্যাস্ ঢালিয়া দিলে বাতি নির্ব্বাপিত হইয়া যাইবে ।

যদিও বায়ু মধ্যে কার্ব্বনিক্ এসিড গ্যাসের পরিমাণ অধিক থাকিলে শ্বাস-রুদ্ধ হইয়া প্রাণ বিয়োগ হয়, তথাপি ইহা মুখ্য ভাবে বিষাক্ত গ্যাস্ বলিয়া গণ্য হয় না । এই গ্যাস্ অক্সিজেনের স্থান অধিকার করিয়া বায়ু মধ্যে সঞ্চিত হয়, সুতরাং অক্সিজেনের অভাবই মৃত্যু ঘটিবার কারণ । কার্ব্বনিক্ এসিড গ্যাস্ শ্বাস-ক্রিয়ার পক্ষে সম্পূর্ণ অনুপযোগী, কারণ ইহাতে অক্সিজেন্ মুক্তাবস্থায় থাকে না ।

পুরাতন কূপ, জাহাজের তলদেশ, খনির অভ্যন্তর প্রভৃতি স্থানের বায়ুতে অনেক সময় কার্ব্বনিক্ এসিড গ্যাসের পরিমাণ অধিক দেখিতে পাওয়া যায় । এরূপস্থলে মনুষ্য প্রবেশ করিলে প্রথমতঃ অজ্ঞান হইয়া পড়ে । যদি তাহাকে শীঘ্র উত্তোলন করিয়া বহিঃস্থ বিশুদ্ধ বায়ু মধ্যে আনয়ন করা না

যায়, তাহা হইলে তাহার মৃত্যু অবশ্যম্ভাবী। যথাসময়ে সাহায্যাভাবে এরূপ দুর্ঘটনা বিস্তর ঘটিয়াছে। এই সকল স্থানে অবতরণের পূর্ব্বে সচরাচর একটী আলোক নামাইয়া দেওয়া হয়; যদি আলোকটী না নিবিয়া যায়, তাহা হইলে মোটামুটি স্থির করা হয় যে ঐ স্থানে শ্বাসযোগ্য বায়ু আছে, সুতরাং অবরোহণকারীর বিপৎপাতের কোন সম্ভাবনা নাই; কিন্তু এরূপ পরীক্ষা সম্পূর্ণ অভ্রান্ত নহে। অক্সিজেন্ জীবনধারণ ও দীপ-প্রজ্বলন এতদুভয়ের পক্ষে সমান প্রয়োজনীয় হইলেও বায়ুমধ্যে উহা যে পরিমাণে থাকিলে কোন জীবই বাঁচিতে পারে না, তদপেক্ষা অল্প থাকিলেও দীপালোক কিয়ৎক্ষণ পর্য্যন্ত তন্মধ্যে জ্বলিতে পারে; এজন্য আলোক জ্বলিলেই যে উপরোক্ত স্থান সকল সম্পূর্ণ নিরাপদ অর্থাৎ তথাকার বায়ু শ্বাসোপযোগী, তাহা নহে। যদি আমরা একটী বৃহৎ কাচপাত্রে বায়ুর সহিত অধিক পরিমাণে কার্ব্বনিক্ এসিড গ্যাস্ মিশ্রিত করিয়া তন্মধ্যে একটী ক্ষুদ্র পক্ষী ছাড়িয়া দিই, তাহা হইলে উহা অল্পক্ষণের মধ্যে নিস্তেজ ও মৃতপ্রায় হইয়া পড়িবে; কিন্তু পক্ষীটী বাহির করিয়া একটী জ্বলন্ত বাতি উক্ত পাত্রমধ্যে প্রবেশ করাইলে উহা কিয়ৎক্ষণ পর্য্যন্ত জ্বলিবে। ইহাতে দেখা যায় যে, যে বায়ু মধ্যে কোন জীব থাকিলে অনতিবিলম্বে তাহার প্রাণনাশ হইবার সম্ভাবনা, তন্মধ্যে দীপালোক জ্বলিবার মত আবশ্যকীয় অক্সিজেন্ থাকিতে পারে, সুতরাং উপরোক্ত পরীক্ষাটী ভ্রমশূন্য নহে। তবে যদি দীপটী বাহিরের বায়ুতে যেরূপ উজ্জ্বলভাবে জ্বলে, কূপ প্রভৃতির মধ্যেও সেইরূপ জ্বলিতে থাকে, তাহা হইলে উক্ত স্থানে নিরাপদে প্রবেশ করিতে পারা যায়; কিন্তু আলোক নিষ্প্রভভাবে জ্বলিলে তন্মধ্যে প্রবেশ একবারেই অবিধেয়।

কার্ব্বনিক্ এসিড গ্যাস্ আস্বাদনে ঈষদম্ল। ইহা জলে অল্প পরিমাণে দ্রবণীয়, কিন্তু অত্যধিক চাপ সংযোগে অধিক পরিমাণে দ্রব হইয়া সোডা ওয়াটার্, লেমনেড প্রভৃতি তৃপ্তিদায়ক পানীয় দ্রব্য প্রস্তুত করে।

জল-মিশ্রিত কার্ব্বনিক্ এসিডের প্রতি-ক্রিয়া অম্ল; ইহা ধাতুর অক্সাইডের সহিত মিলিত হইয়া কার্ব্বনেট্ নামক যৌগিক প্রস্তুত করে। ক্যাল্সিয়ম্ কার্ব্বনেট্ প্রভৃতি ক্ষার-মৃত্তিকা ধাতুর কার্ব্বনেট্গুলি কার্ব্বনিক্ এসিড সাহায্যে জলে কিয়ৎপরিমাণে দ্রব হইয়া উহার অস্থায়ী কাঠিন্য (Temporary hardness) সম্পাদন করে, ইহা পূর্ব্বেই উল্লিখিত হইয়াছে।

পোটাশিয়ম্, সোডিয়ম্ ও এমোনিয়ম্ ধাতুর কার্ব্বনেটগুলি জলে দ্রবণীয়; অপরাপর ধাতুর কার্ব্বনেট্ জলে দ্রবণীয় নহে।

সমধিক বায়ু-চাপ ও শৈত্য সংযোগে কার্ব্বনিক্ এসিড গ্যাস্ প্রথমতঃ তরল ও পরে কঠিন অবস্থায় আনীত হইয়াছে।

স্বরূপ নিরূপণ—১। পরিষ্কৃত চূণের জল এই গ্যাসের সহিত মিলিত হইলে ঘোলা হইয়া যায়।

২। কোন কার্ব্বনেটের সহিত যে কোন দ্রাবক একত্রিত হইলে উহার স্ফুটন উপস্থিত হইয়া কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ নির্গত হয় এবং চূণের জলকে ঘোলা করে।

শ্বাস-ক্রিয়া (Respiration)।

আমরা নিশ্বাসরূপে যে বায়ু গ্রহণ করি, তন্মধ্যস্থ অক্সিজেন্ আমাদিগের রক্তের সহিত মিশ্রিত হয়। ফুস্ ফুসের ক্ষুদ্র বায়ু-কোষসমূহ (Air-cells) অতি সূক্ষ্ম আবরণে গঠিত; ইহারা চতুর্দ্দিকে সূক্ষ্ম রক্তবাহিকা কৈশিক শিরা (Capillaries) দ্বারা পরিবেষ্টিত। নিশ্বাস-গৃহীত বায়ু ও ফুস্ ফুস্ স্থিত রক্ত এতদুভয়ের মধ্যে বায়ু-কোষ ও কৈশিক শিরার দুইখানি অতি সূক্ষ্ম আবরণ মাত্র ব্যবধান থাকে। বায়ুস্থিত অক্সিজেন্ এই আবরণের মধ্য দিয়া রক্তের সহিত মিশ্রিত হয়। অক্সিজেন্-মিশ্রিত রক্ত ফুস্ ফুস্ হইতে প্রথমতঃ হৃৎপিণ্ডে গমন করে, পরে তথা হইতে সমস্ত শরীরে পরিচালিত হয়।

পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে যে আমাদিগের শরীর মধ্যে নিরন্তর মৃদু দহন-ক্রিয়া সংসাধিত হইতেছে এবং উহার ফলস্বরূপ কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ ও অন্যান্য দূষিত পদার্থ সর্ব্বদা উৎপন্ন হইতেছে। নিশ্বাস-গৃহীত অক্সিজেন্ গ্যাস্ রক্তের সহিত শরীর মধ্যে সঞ্চালিত হইয়া উক্ত দহন-ক্রিয়া সাধন করে। আমাদিগের শারীরিক উপাদান সমূহ এবং যে পদার্থ আমরা খাদ্যরূপে গ্রহণ করি তাহার কিয়দংশ, রক্ত হইতে অক্সিজেন্ গ্রহণ করিয়া মৃদুভাবে দগ্ধ হইতে থাকে। এইরূপে রক্ত হইতে অক্সিজেনের ভাগ অপসৃত হইলে দহন-ক্রিয়া-জনিত কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ প্রভৃতি দূষিত পদার্থ রক্তের সহিত মিশ্রিত হইয়া ফুস্ফুস্ মধ্যে পুনরায় আগমন করে এবং প্রশ্বাসের সহিত পরিত্যক্ত হয়।

এবম্প্রকারে শ্বাস ক্রিয়া দ্বারা শরীরস্থ রক্ত অনবরত শোধিত হয় এবং দূষিত পদার্থ সমূহ শরীর হইতে নির্গত হইয়া যায়।

আমরা মিনিটে ১৮ হইতে ২০ বার নিশ্বাস গ্রহণ ও প্রশ্বাস পরিত্যাগ করিয়া থাকি। প্রতি প্রশ্বাসের সহিত ৩৫০ হইতে ৭০০ কিউবিক্ সেণ্টিমিটার্ পরিমাণ বায়ু ফুস্ফুস্ হইতে নির্গত হইয়া যায়, কিন্তু ইহাতেও ফুস্ফুস্ সম্পূর্ণ বায়ু-শূন্য হয় না—প্রশ্বাস ত্যাগের পরেও কিয়দংশ বায়ু ফুস্ফুস্ মধ্যে থাকিয়া যায়।

যে বায়ু নিশ্বাসরূপে গৃহীত হয়, তাহার প্রতি ১০,০০০ ভাগে সচরাচর ৪ ভাগ কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ ও অল্প পরিমাণ জল-বাষ্প থাকিতে দেখা যায়, কিন্তু জান্তব অর্গানিক্ পদার্থ তন্মধ্যে থাকা উচিত নহে। প্রশ্বাস-ত্যক্ত বায়ুর প্রতি ১০,০০০ ভাগে প্রায় ৪০০ ভাগ কার্ব্বনিক্ এসিড গ্যাস্ (অর্থাৎ ১০০ ভাগে ৪ ভাগ), পূর্ব্বাপেক্ষা অধিক পরিমাণ জল-বাষ্প এবং জান্তব অর্গানিক্ পদার্থ বিদ্যমান থাকে। রোগে, ব্যায়াম করিলে, নিদ্রার সময়, আহারান্তে বা উপবাস করিলে প্রশ্বাস-ত্যক্ত বায়ুতে কার্ব্বনিক্ এসিডের পরিমাণ সুস্থাবস্থা হইতে বিভিন্ন হইয়া থাকে। ১ জন যুবা পুরুষ প্রতি ঘণ্টায় প্রায় ২০ লিটার্ আয়তনের কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ প্রশ্বাসের সহিত পরিত্যাগ করে। এই পরিমাণ কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ হইতে প্রায় ১৬৩ গ্রেণ্ কয়লা প্রাপ্ত হওয়া যায়; সুতরাং প্রতিদিন একটী মনুষ্যের শরীর হইতে প্রশ্বাসের সহিত ৩৯১২ গ্রেণ্ (প্রায় ১ পোয়া) ওজনের কয়লা নির্গত হইয়া যায়। এই পরিমাণ কয়লা প্রতিদিন আমাদিগের প্রত্যেকের শরীরে দগ্ধ হইতেছে এবং উক্ত দহন-ক্রিয়া দ্বারা শরীরমধ্যে তাপ ও শক্তি উৎপন্ন হইয়া থাকে।

———:0:———

বায়ু-সঞ্চালন (Ventilation)।

পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে যে প্রশ্বাস-ত্যক্ত বায়ুর ১০০ ভাগে প্রায় ৪ ভাগ কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ বিদ্যমান থাকে। এরূপ বিষাক্ত বায়ু নিশ্বাস-গ্রহণের পক্ষে সম্পূর্ণ অনুপযোগী। আমরা প্রতি মিনিটে প্রায় ১৮ বার নিশ্বাস গ্রহণ ও প্রশ্বাস ত্যাগ করি, সুতরাং অল্পকাল মধ্যে আমাদিগের চতুর্দ্দিকস্থ বায়ু রাশি বিষাক্ত হইয়া পড়ে। আমরা গৃহমধ্যে রাত্রিকালে দীপ জ্বালাইয়া থাকি

এবং শীতকালে কয়লা, কাঠ প্রভৃতি জ্বালাইয়া শীত নিবারণ করি। তৈল, কাষ্ঠ, কয়লা বা কোলগ্যাস্ দগ্ধ হইলে প্রচুর পরিমাণে কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ উৎপন্ন হয়, ইহাও ইতিপূর্ব্বে সবিস্তারে বর্ণিত হইয়াছে। উপরোক্ত কারণ সকলের সমবায়ে আমাদিগের চতুর্দ্দিকস্থ বায়ুতে কার্ব্বনিক্ এসিডের পরিমাণ এত অধিক হয় যে তাহা নিশ্বাসরূপে গ্রহণ করিলে নিশ্চয়ই প্রাণ বিনাশ হইবার কথা। কিন্তু যে কারণে এরূপ দুর্ঘটনা সচরাচর ঘটিতে দেখা যায় না, তাহাই এস্থলে আমাদিগের আলোচ্য। নিশ্বাস-গ্রহণোপযোগী বায়ুর প্রতি ১০০ ভাগে ·০৬ ভাগের অধিক কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ বিদ্যমান থাকা উচিত নহে। যদি আমরা কার্ব্বনিক্ এসিড্ মিশ্রিত বিষাক্ত বায়ুর সহিত বিশুদ্ধ বায়ু এরূপ অধিক পরিমাণে মিশ্রিত করিতে সক্ষম হই যে উক্ত মিশ্রিত বায়ু মধ্যে কার্ব্বনিক্ এসিডের পরিমাণ শতকরা ·০৬ ভাগের অধিক না হয়, তাহা হইলে উক্ত বায়ু নিশ্বাস-গ্রহণের পক্ষে সম্পূর্ণ উপযোগী হইতে পারে। বায়ু-সঞ্চালন দ্বারা আমাদিগের এই উদ্দেশ্য সাধিত হয়। বিশুদ্ধ বায়ু বিষাক্ত বায়ুর সহিত ক্রমাগতঃ মিশ্রিত হইলে কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাসের পরিমাণ কমিয়া গিয়া উক্ত বায়ু প্রায় স্বাভাবিক অবস্থা প্রাপ্ত হয় এবং উহা পুনরায় শ্বাস-গ্রহণোপযোগী হইয়া থাকে।

কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ সোডা ওয়াটার্, লেমনেড্, বিয়ার্, শাম্পেন্ প্রভৃতি পানীয় দ্রব্যের সহিত উদরস্থ হইলে বিষের কার্য্য করে না; কিন্তু নিশ্বাসরূপে গৃহীত হইলে রক্তের সহিত অক্সিজেন্ মিশ্রণের প্রতিবন্ধকতা সাধন করিয়া গৌণ ভাবে বিষের কার্য্য করে। স্বাভাবিক পরিমাণ অপেক্ষা কিঞ্চিদধিক পরিমাণ কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ বায়ু মধ্যে থাকিলে কেহ কেহ ক্লেশ অনুভব করেন, কেহ বা অপেক্ষাকৃত অধিক পরিমাণ সহ্য করিতে পারেন; কিন্তু সাধারণতঃ ইহা বলা যাইতে পারে যে বায়ু মধ্যে শতকরা ১ ভাগের অধিক কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ থাকিলে উহা শ্বাসগ্রহণের পক্ষে একান্ত অনুপযোগী হয়। বায়ুতে শতকরা ৫ ভাগ কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ থাকিলে অনেকেরই শিরঃপীড়া ও দৈহিক অবসন্নতা উপস্থিত হয়। ইহাপেক্ষা অধিক পরিমাণ কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ থাকিলে সংজ্ঞা লোপ হয়। বায়ুমধ্যে এই গ্যাসের পরিমাণ শতকরা ১১ ভাগ হইলে শ্বাসরোধ হইয়া মৃত্যু উপস্থিত হয়।

কলিকাতায় অন্ধকূপহত্যার বিবরণ কাহারও অবিদিত নাই। একটী মাত্র

ক্ষুদ্রগবাক্ষযুক্ত অনতিপরিসর গৃহ মধ্যে কয়েক ঘণ্টা পরস্পরের পরিত্যক্ত কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ পরিপূর্ণ বিষাক্ত প্রশ্বাস বায়ু নিশ্বাসরূপে গ্রহণ করিয়া ১৪৬ জনের মধ্যে ১২৩ জন মৃত্যুমুখে পতিত হইয়াছিল। প্রাতে উক্ত গৃহের দ্বার উন্মুক্ত হইলে ২৩ জন মাত্র লোক কোনরূপে জীবিত ছিল দৃষ্ট হয়। প্রশ্বাস বায়ু কিরূপ বিষাক্ত, এই লোমহর্ষণ করুণ ঐতিহাসিক ঘটনাই তাহার প্রকৃষ্ট উদাহরণ স্থল।

পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে যে শ্বাসোপযোগী বায়ুতে শতকরা '০৬ ভাগের অধিক কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ থাকা উচিত নহে। বায়ু-সঞ্চালন দ্বারা প্রশ্বাস-ত্যক্ত বায়ুতে কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাসের পরিমাণ কমাইয়া উহাকে পুনরায় শ্বাসোপ-যোগী করা যাইতে পারে। কি উপায় অবলম্বন করিলে বাস-গৃহ প্রভৃতি স্থানে বিশুদ্ধ বায়ু সর্ব্বদা অবাধে সঞ্চালিত হইতে পারে, সম্প্রতি তাহাই আমাদিগের আলোচনার বিষয়।

ভারতবর্ষের ন্যায় গ্রীষ্ম প্রধান দেশে বাসগৃহ মধ্যে বায়ু-সঞ্চালনের নিমিত্ত কোন বিশেষ ব্যয়-সাধ্য উপায় অবলম্বন করিতে হয় না। গ্রীষ্মের আতিশয্য বশতঃ বৎসরের মধ্যে প্রায় নয় মাস কাল বাস-গৃহের দরজা, জানালা প্রভৃতি বায়ু-পথ সকল সর্ব্বদাই উন্মুক্ত রাখিতে হয়, সুতরাং গৃহ মধ্যে বায়ু গমনাগমনের কোনরূপ প্রতিবন্ধকতা না হইবার কথা। কিন্তু অজ্ঞতানিবন্ধন প্রকৃতিদত্ত এরূপ সৌকর্য্যসত্বেও বহুসংখ্যক লোক বিশুদ্ধ বায়ুসেবনাভাবে দুর্ব্বল, রুগ্ন এবং অকালে মৃত্যু-মুখে পতিত হইতেছে। গৃহে ঋজু দরজা বা জানালা না থাকিলে বায়ু কখনই অবাধে গমনাগমন করিতে পারে না, কিন্তু দুঃখের বিষয় এই যে এ দেশের অধিকাংশ লোকেরই এ বিষয়ে সম্যক্ দৃষ্টি নাই। নূতন গৃহ নির্ম্মাণ করিবার সময় আলোক ও বায়ু প্রবেশের যথোপযুক্ত পথ রাখিতে অনে-কেই মনোযোগ করেন না; কেবল প্রয়োজন মত কতকগুলি ঘর প্রস্তুত করিতে পারিলেই যথেষ্ট হইল বিবেচনা করেন। শরীর পরিচ্ছন্ন রাখিবার জন্য এ দেশীয় লোকে যে সকল সুনিয়ম অনুসরণ করেন, তাহা অতীব প্রশংসনীয়। দন্তমার্জ্জন, স্নান, দুই তিন বার বস্ত্রাদি ত্যাগ প্রভৃতি আমাদিগের প্রাত্যহিক ক্রিয়া স্বাস্থ্য-রক্ষার পক্ষে বিশেষ উপযোগী, কিন্তু অধিকাংশ স্থলে নিতান্ত অন্ধের ন্যায় আমরা এই সকল নিয়ম প্রতিপালন করিয়া থাকি। অতি শুভ্র পরিষ্কৃত

বস্ত্রে একটী ভাত পড়িলে উহাকে তৎক্ষণাৎ অশুচি (সকড়ি) বলিয়া পরিত্যাগ করতঃ দুর্গন্ধময় অতি মলিন (কিন্তু জলে কাচা) বস্ত্র আমরা পরিধান করিতে সঙ্কুচিত হই না। যে গৃহে বাস করি, তাহার অভ্যন্তর প্রদেশ পরিষ্কার রাখিতে আমরা সর্ব্বদা যত্নশীল হই, কিন্তু বাটীর বাহিরে মল, মূত্র, দুর্গন্ধময় আবর্জ্জনা-রাশি বা জঙ্গল থাকিলে তাহা পরিষ্কার করিতে নিতান্ত ঔদাস্য প্রকাশ করিয়া থাকি। অনেকেরই পাকগৃহের পার্শ্বে ফেন, পাকগৃহ-ধৌত জল, আবর্জ্জনা প্রভৃতি ফেলিবার জন্য একটী নালা বা ডোবা থাকে। অধিক দূরে ফেলিতে গেলে পাচকের বিশেষ অসুবিধা ও কষ্ট হইবার সম্ভাবনা, সেই জন্য এইরূপ বন্দোবস্ত করা হয়। চিরসঞ্চিত এই আবর্জ্জনারাশি হইতে দুর্গন্ধময় গ্যাস্ নির্গত হইয়া পাকগৃহে রক্ষিত অন্নব্যঞ্জনকে কি পরিমাণে দূষিত করে, তাহা কেহই একবার ভাবিয়া দেখেন না। বিশেষতঃ বর্ষাকালে এই সকল নালা, ডোবা জলে পরিপূর্ণ হইয়া উঠে; তখন পাকগৃহে ঐ পচা জল হইতে কত কীট ও কৃমি প্রবেশ করিবার সম্ভাবনা এবং কে বলিতে পারে যে পাচকের অসাবধানতা বশতঃ উহারা খাদ্যের মধ্যে পতিত হইয়া গৃহস্থের উদরস্থ হয় না? কিন্তু এ সকল বিষয়ের প্রতিবিধান করা আমরা একেবারেই আবশ্যক বিবেচনা করি না। সহরবাসী অনেকেরই সম্প্রতি এবিষয়ে দৃষ্টি পড়িয়াছে এবং এ সম্বন্ধে উন্নতিবিধান করিতে তাঁহারা সচেষ্ট হইয়াছেন; কিন্তু পল্লীগ্রামে স্বাস্থ্যরক্ষার এই সকল সুনিয়ম প্রতিপালন সম্বন্ধে লোকের এখনও যথেষ্ট ঔদাস্য লক্ষিত হয়।

বঙ্গদেশে বৎসরের অধিকাংশ সময় দক্ষিণ দিক্ হইতে বায়ু প্রবাহিত হয়, এজন্য এদেশে বাস-গৃহের দরজা ও জানালাগুলি উত্তর-দক্ষিণমুখী ও ঠিক ঋজু হওয়া উচিত। গৃহের চতুঃপার্শ্বেই দরজা জানালা থাকিলে বড়ই ভাল হয়। প্রত্যেক গৃহের বায়ু-নির্গমনের স্বতন্ত্র পথ রাখা কর্ত্তব্য অর্থাৎ যাহাতে এক গৃহের দূষিত বায়ু অপর গৃহে প্রবেশ করিতে না পারে, তাহার সুবন্দোবস্ত করা উচিত। বাস-গৃহের ছাদের নীচের দেওয়ালে কতকগুলি ছিদ্র রাখা কর্ত্তব্য; তাহা হইলে প্রশ্বাস-ত্যক্ত বায়ু ও দীপালোকসম্ভূত কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ উষ্ণতা সুতরাং লঘুত্ব হেতু ঊর্দ্ধে উত্থিত হইয়া এই সকল ছিদ্র দিয়া বাহির হইয়া যাইতে, এবং উন্মুক্ত দ্বার ও জানালা দিয়া বহিঃস্থিত বিশুদ্ধ শীতল বায়ু গৃহ মধ্যে প্রবেশ করিয়া উহার স্থান অধিকার করিতে পারে। বিদ্যালয়,

কারখানা, সভা-গৃহ প্রভৃতি যে সকল স্থানে এককালীন বহুলোকের সমাবেশ হয়, তথায় দেওয়ালের উপরিভাগে অনেকগুলি ছিদ্র এবং সমস্ত বায়ুপথ সর্ব্বদা উন্মুক্ত রাখা উচিত। এই একই কারণে শীতকালেও আমাদিগের শয়নগৃহের অন্ততঃ একটী ঋজু বায়ু-পথ সর্ব্বদা খুলিয়া রাখা উচিত।

ইংলণ্ড প্রভৃতি শীত-প্রধান দেশে বাস-গৃহের বায়ুপথ সর্ব্বদা উন্মুক্ত রাখা একেবারেই অসম্ভব, এজন্য তথায় সচরাচর চিম্‌নি (Chimney) দ্বারা বায়ু-সঞ্চালন কার্য্য সম্পন্ন হইয়া থাকে। শীতের প্রাদুর্ভাব হেতু অগ্নি-সেবনের নিমিত্ত গৃহমধ্যে একটী উনান (Fire-place) এবং ধূম-নির্গমনের জন্য উহার উপর একটী চিম্‌নি নির্ম্মিত হইয়া থাকে। উনানের মধ্যে অগ্নি প্রজ্জ্বলিত হইলে বায়ু উত্তপ্ত হইয়া লঘুত্ব হেতু চিম্‌নি দ্বারা ঊর্দ্ধে উত্থিত হয়। যদিও গৃহের কপাট সর্ব্বদা রুদ্ধ থাকে, তথাপি তন্মধ্যে সুকৌশলে রক্ষিত কতকগুলি ছিদ্র দ্বারা বহিঃস্থ বিশুদ্ধ বায়ু নিরন্তর গৃহমধ্যে প্রবেশ করিয়া গৃহ হইতে নির্গত বায়ুর স্থান অধিকার করে, সুতরাং একটী বায়ু-প্রবাহ অবিরাম সঞ্চালিত হইয়া প্রশ্বাস ও দহন-ক্রিয়া-জনিত কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ মিশ্রিত দূষিত বায়ুকে গৃহ মধ্যে সঞ্চিত হইতে দেয় না। গৃহ বহুজনসমাকীর্ণ হইলে তন্মধ্যে বায়ু সঞ্চালনের স্বতন্ত্র বন্দোবস্ত করা হয়। প্রয়োজনমত বিশুদ্ধ বায়ু বাহির হইতে নির্দ্দিষ্ট সময়ে যন্ত্র সাহায্যে গৃহাভ্যন্তরে প্রবেশ করাইয়া বায়ু-সঞ্চালনের ব্যবস্থা করা হয়।

যে চিম্‌নি দ্বারা দূষিত বায়ু নির্গত হইয়া যায়, তাহার ঊর্দ্ধমুখে একখানি চক্রাকার পাখা অনবরত ঘুরাইলে অভ্যন্তরস্থ বায়ু আকৃষ্ট হইয়া অতি শীঘ্র ঊর্দ্ধে উঠিয়া যায়, সুতরাং গৃহমধ্যে বায়ু-সঞ্চালন-ক্রিয়া দ্রুতভাবে সম্পন্ন হইয়া থাকে।

জাহাজের তলদেশ হইতে বায়ু-সঞ্চালন জন্য যে চিম্‌নি ঊর্দ্ধে উত্থিত হয়, তাহার ঊর্দ্ধমুখ যে দিক হইতে বায়ু প্রবাহিত হয়, তাহার বিপরীত দিকে ফিরান থাকে; বাহিরের বায়ু বহিবার সময় চিম্‌নির মুখে লাগিয়া অন্যদিকে ফিরিয়া যায় এবং সঙ্গে সঙ্গে চিম্‌নির অভ্যন্তরস্থ বায়ুকে শীঘ্র ঊর্দ্ধে টানিয়া লয়। এইরূপে জাহাজের তলদেশে সুচারুরূপে বায়ু সঞ্চালিত হইয়া থাকে।

ভূগর্ভ-নিহিত গভীর খনির মধ্যেও চিম্‌নি সহযোগে বায়ু সঞ্চালিত হইয়া

থাকে; এরূপ স্থলে একটীর পরিবর্ত্তে ছুইটী চিম্‌নি ব্যবহৃত হয়। ছুইটী চিম্‌নিই খনির মধ্য হইতে উত্থিত হইয়া ভূমির উপরিভাগে কিয়দ্দূর ঊর্দ্ধে বিস্তৃত থাকে। একটী চিম্‌নির নীচে অগ্নি প্রজ্জ্বলিত করা হয়, ইহা দ্বারা খনিমধ্যস্থ দূষিত বায়ু উত্তপ্ত হইয়া নির্গত হইয়া যায়। অপর চিম্‌নি দ্বারা বহিঃস্থ বিশুদ্ধ শীতল বায়ু খনির মধ্যে প্রবেশ করে।

—:*:—

হাইড্রোজেন্-যুক্ত কার্ব্বন্ যৌগিক (Hydro-carbons)।

প্রকৃতির মধ্যে কার্ব্বন্ ও হাইড্রোজেন্ মিলিত যৌগিক বহুল পরিমাণে দেখিতে পাওয়া যায়। এতদুভয়ের মধ্যে রাসায়নিক সম্মিলন সহজে সংঘটিত হয় না। পাতুরে কয়লা রুদ্ধপাত্রে দগ্ধ করিয়া কোল্ গ্যাস্ প্রস্তুত করিবার সময় কার্ব্বন্ ও হাইড্রোজেন্ মিলিত বিবিধ যৌগিক উৎপন্ন হইয়া থাকে।

কার্ব্বন্ হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া যেরূপ অসংখ্য যৌগিক প্রস্তুত করে, অন্য কোন মূল-পদার্থ সম্বন্ধে সেরূপ দেখিতে পাওয়া যায় না।

কার্ব্বন্ ও হাইড্রোজেন্ মিলিত যৌগিক সকল হাইড্রো-কার্ব্বন্ (Hydro-carbons) নামে অভিহিত। ইহাদিগের মধ্যে কতকগুলি কঠিন, কতকগুলি তরল ও অবশিষ্টগুলি বায়বীয় আকারে অবস্থিতি করে। ইহারা অতি সহজ-দাহ্য পদার্থ; কোল্ গ্যাসের মধ্যে কতকগুলি বায়বীয় হাইড্রো-কার্ব্বন্ আছে বলিয়া উহা এত সহজে জ্বলিয়া থাকে।

হাইড্রোকার্ব্বন্ গুলির উৎপত্তি, প্রকৃতি ও ধর্ম্মসম্বন্ধীয় সংক্ষিপ্ত বিবরণী অর্গানিক্ কেমিষ্ট্রির মধ্যে বর্ণিত হইয়াছে।

এস্থলে তিনটী মাত্র বিভিন্ন শ্রেণীভুক্ত প্রয়োজনীয় হাইড্রোকার্ব্বনের বিষয় সংক্ষেপে আলোচিত হইল।

মিথেন্ বা মার্শ্ গ্যাস্ (Methane, Marsh Gas, CH_4)

পেট্রোলিয়মের মধ্যে এই গ্যাস্ অবস্থিতি করে। জলাভূমিতে উদ্ভিজ্জ-পদার্থ পচিয়া এই গ্যাস্ প্রচুর পরিমাণে উৎপন্ন হয়, এজন্য ইহা মার্শ্ গ্যাস্ নামে অভিহিত।

পাতুরে কয়লার খনির মধ্যেও এই গ্যাস্ অল্পাধিক পরিমাণে থাকিতে

দেখা যায়; খনির মধ্যে যাহারা কর্ম্ম করে, তাহাদিগের নিকট ইহা ফায়ার্ ড্যাম্প্ (Fire-damp) নামে পরিচিত। ইহা বায়ুর সহিত মিশ্রিত হইয়া স্ফোটন-শীল একটী মিশ্র গ্যাস্ প্রস্তুত করে, অগ্নিসংযোগ মাত্রেই উহা জ্বলিয়া উঠে। এই কারণে পূর্ব্বে পাতুরে কয়লার খনির ভিতর আলোক লইয়া গেলে মধ্যে মধ্যে ভয়ানক অগ্নিকাণ্ড উপস্থিত হইয়া বহুসংখ্যক লোক মৃত্যু-মুখে পতিত হইত। সর্ হম্ফ্রে ডেভি কর্তৃক আবিষ্কৃত দীপ দ্বারা এইরূপ ভয়ঙ্কর দুর্ঘটনা সম্পূর্ণরূপে নিরাকৃত হইয়াছে। এই গ্যাস্ কোল্ গ্যাসের একটী উপাদান।

প্রস্তুত-করণ-প্রণালী—সোডিয়ম্ এসিটেট্ নামক লবণকে কষ্টিক্ সোডা ও চূণের সহিত একত্রিত করিয়া উত্তপ্ত করিলে মার্শ গ্যাস্ উৎপন্ন হয় এবং জলপূর্ণ নিম্নমুখ বোতলের মধ্যে ইহাকে সঞ্চয় করা হয়।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম—মার্শ্ গ্যাস্ বর্ণহীন ও অদৃশ্য; ইহার কোন আস্বাদন বা গন্ধ নাই। আলোক সংযোগে ইহা অনুজ্জ্বল শিখা বিস্তার করিয়া জ্বলিতে থাকে এবং বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ ও জল উৎপাদন করে। বায়ুর সহিত মিশ্রিত হইয়া অগ্নিসংযুক্ত হইলে স্ফোটন হয়। ইহা সহজে অন্য পদার্থের সহিত মিলিত হয় না। ক্লোরিণের সহিত মিলিত হইলে ক্লোরিণ হাইড্রোজেনের স্থান অধিকার করিয়া মিথিল্ ক্লোরাইড্ (Methyl Chloride), ক্লোরোফর্ম্ম প্রভৃতি বিবিধ যৌগিক প্রস্তুত করে।

এসিটিলিন্ (Acetylene, C_2H_2)

অত্যধিক তাপ-মাত্রায় কার্ব্বন্ ও হাইড্রোজেন্ একত্র মিলিত হইলে এই গ্যাস্ উৎপন্ন হয়। হাইড্রোজেন্ গ্যাসের মধ্যে কার্ব্বন্ ইলেক্ট্রোড দ্বারা তড়িৎ-স্ফুলিঙ্গ উৎপাদন করিলে এই গ্যাস্ উৎপন্ন হয়। তৈল-সংযুক্ত প্রদীপ অল্প পরিমাণ বায়ু মধ্যে ধূমযুক্ত শিখা ধারণ করিয়া জ্বলিলে অথবা কোল্ গ্যাস্ বুন্-সেনের বাতির নিম্নমুখে জ্বলিলে এই গ্যাস্ অল্প পরিমাণে উৎপন্ন হয় এবং গন্ধ দ্বারা ইহার অস্তিত্ব অনুভূত হয়। ইহা বর্ণহীন ও অতিশয় দুর্গন্ধযুক্ত; আলোক-সংযোগে উজ্জ্বল শিখা বিস্তার করিয়া জ্বলিতে থাকে। চূণ ও পাতুরে কয়লা একত্রে অত্যধিক উত্তপ্ত হইলে কার্ব্বাইড্ অব্ ক্যাল্সিয়ম্ (Carbide of Calcium, CaC_2) নামক পদার্থ উৎপন্ন হয়; ইহা জলের সহিত মিশ্রিত হইলে এসিটিলিন্

গ্যাস্ উৎপন্ন হয়। উৎসবাদিতে আলোক দিবার জন্য এই গ্যাস্ এক্ষণে যথেষ্ট পরিমাণে ব্যবহৃত হইতেছে।

এইগ্যাস্ তাম্র, রৌপ্য প্রভৃতি কতিপয় ধাতুর যৌগিকের সহিত মিলিত হইয়া কপার এসিটিলাইড, সিল্‌ভার এসিটিলাইড্ নামক কতকগুলি স্ফোটন-শীল যৌগিক প্রস্তুত করে। কপার্ এসিটিলাইড রক্তবর্ণ, ইহা দ্বারা এসিটিলিনের অস্তিত্ব নিরূপিত হয়।

ইথিলিন্ (Ethylene, C_2H_4)

ইহার আর একটী নাম অলিফায়াণ্ট্ গ্যাস্ (Olefiant Gas)। সুরা-সার ও উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিড্‌কে একত্রে মিশ্রিত করিয়া উত্তপ্ত করিলে এই গ্যাস্ উৎপন্ন হয়। ইহা বর্ণহীন ও দাহ্য ; আলোক সংযোগে ধূমযুক্ত উজ্জ্বল আলোক নিঃসৃত করিয়া জ্বলিতে থাকে। এই গ্যাস্ কোল্-গ্যাসের মধ্যে থাকিয়া উহার শিখার উজ্জ্বলতা সম্পাদন করে। ক্লোরিণ বা ব্রোমিন্ এই গ্যাসের সহিত একত্রিত হইলে উভয়ে সরাসরি (Directly) মিলিত হইয়া তৈলের ন্যায় এক প্রকার পদার্থ প্রস্তুত করে। ইংরাজীতে ইহাকে Dutch liquid কহে। ইথিলিন্ সল্‌ফিউরিক্ এসিডের সহিত মিলিত হইয়া ইথিল্ হাইড্রোজেন্ সল্‌ফেট্ ($C_2H_5HSO_4$) নামক অর্গানিক্ যৌগিক (Ester) প্রস্তুত করে।

কোল গ্যাস্ (Coal gas)

আমরা কলিকাতার পথে যে গ্যাসের আলোক দেখিতে পাই, তাহা কোল্ গ্যাস্ জ্বালাইয়া উৎপন্ন হইয়া থাকে। পাতুরে কয়লা হইতে কোল্‌গ্যাস্ প্রস্তুত হয়। একটী রুদ্ধ পাত্রে পাতুরে কয়লা রাখিয়া সমধিক উত্তাপ প্রয়োগ করিলে (Destructive distillation) আল্‌কাতরা (Tar), এমোনিয়া এবং কোল্‌গ্যাস্ অন্যান্য পদার্থের সহিত চোয়াইয়া নির্গত হয় এবং কোক্ কয়লা (Coke) পাত্র মধ্যে অবশিষ্ট থাকে ; ইহা আমরা ইন্ধনরূপে ব্যবহার করি। রুদ্ধ পাত্রের সহিত একটী নল সংযোগ করিয়া শীতল জলে নলের মুখ নিমজ্জিত করিয়া রাখিলে আল্‌-কাতরা উহার তলদেশে স্থিত হয়, এমোনিয়া গ্যাস্ জলের মধ্যে দ্রব হইয়া থাকে এবং কোল্ গ্যাস্ বুদ্‌বুদাকারে নল হইতে জলের মধ্য দিয়া নির্গত হয়। এই গ্যাস্‌কে গ্যাস্‌হোল্ডার (Gas-holder) নামক বৃহদাকার পাত্রে সঞ্চয় করা হয়

এবং চাপ দ্বারা উক্ত পাত্র হইতে নল সংযোগে উহা রাজপথ, বাসগৃহ ও অন্যান্য স্থলে নীত হইয়া জ্বালান হইয়া থাকে।

আল্‌কাতরা বিভিন্ন তাপমাত্রায় চোলাই করিয়া (Fractional Distillation) প্রক্রিয়া-বিশেষ দ্বারা উহা হইতে কার্ব্বলিক্ এসিড্, এনিলিন্ (যাহা হইতে নানাবিধ রং প্রস্তুত হইয়া থাকে), বেন্‌জিন্, ন্যাপ্‌থালিন্, প্যারাফিন্, এন্টিপাইরিন্, এন্টিফ্রেব্রিণ্ ফিনাসিটীন্, ন্যালল্, স্যাকারিন্, স্যালিসিলিক্ এসিড্ প্রভৃতি নানাবিধ প্রয়োজনীয় পদার্থ ও ঔষধ প্রস্তুত হইয়া থাকে। ইহাদিগের বিষয় সংক্ষেপে অর্গানিক্ কেমিষ্ট্রির মধ্যে বর্ণিত হইল।

—:*:—

নাইট্রোজেন্ যুক্ত কার্ব্বন্ যৌগিক।

সাইনোজেন্ (Cyanogen, CN)—কার্ব্বন্ ও নাইট্রোজেনের মিলনে এই গ্যাস্ উৎপন্ন হয়।

কার্ব্বন্ সহজে নাইট্রোজেনের সহিত মিলিত হয় না, কিন্তু এই দুই পদার্থ এবং কার্ব্বনেট্ অফ্ পোটাসিয়ম্ নামক লবণ একত্রিত করিয়া অত্যধিক উত্তাপ প্রয়োগ করিলে পোটাসিয়ম্ সায়ানাইড্ (Potassium Cyanide, KCN) নামক যৌগিক প্রস্তুত হয়। পোটাসিয়ম্ সায়ানাইড্ মার্কিউরিক্ যৌগিকের সহিত মিলিত হইলে মার্কিউরিক্ সায়ানাইড্ $Hg(CN)_2$ উৎপন্ন হয় এবং ইহা উত্তাপ সংযোগে বিশ্লিষ্ট হইয়া সাইনোজেন্ (Cyanogen) নামক গ্যাস্ উৎপাদন করে।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—সাইনোজেন্ অদৃশ্য, বর্ণহীন ও গন্ধযুক্ত বিষাক্ত গ্যাস্। ইহা জলে সহজে দ্রবণীয় এবং দাহ্য; দীপালোক সংযোগে গোলাপী বর্ণ শিখা ধারণ করিয়া জ্বলিতে থাকে।

হাইড্রো-সায়ানিক্ এসিড্ (Hydrocyanic Acid, HCN)—হাইড্রোজেন্ ও নাইট্রোজেনের সহিত কার্ব্বন্ মিলিত হইয়া এই ভয়ঙ্কর বিষাক্ত পদার্থ উৎপাদন করে। ইহা তিক্ত বাদাম ও অন্যান্য কতকগুলি ফল হইতে স্বল্প পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়।

প্রস্তুতকরণ-প্রণালী।—(১) শৃঙ্গ, নখর, কেশ, রক্ত প্রভৃতি জান্তব

পদার্থ পোটাসিয়ম্ কার্ব্বনেট্ ও লৌহের সহিত একত্রিত করিয়া উত্তপ্ত করিলে পোটাসিয়ম্ ফেরো-সায়ানাইড্ (Potassinm Ferrocyanide $K_4Fe(CN)_6, 3H_2O$) নামক লবণ প্রস্তুত হয়; অধিকতর উত্তাপ সংযোগে উহা বিশ্লিষ্ট হইয়া পোটাসিয়ম্ সায়ানাইড্ নামক লবণে পরিণত হয়।

পোটাসিয়ম্ সায়ানাইডের সহিত জলমিশ্রিত যে কোন দ্রাবক মিশ্রিত হইলে উহা বিশ্লিষ্ট হয় এবং হাইড্রোসায়ানিক্ এসিড্ গ্যাস্ নির্গত হয়; যথা—

$$2KCN + H_2SO_4 = K_2SO_4 + 2HCN$$

(২) পোটাসিয়ম্ ফেরো-সায়ানাইডের সহিত জল-মিশ্রিত সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে এই দ্রাবক উৎপন্ন হয়। ব্রিটিস্ ফার্ম্মাকোপিয়ার জলমিশ্রিত হাইড্রোসায়ানিক্ এসিড্ এইরূপে প্রস্তুত হইয়া থাকে।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—হাইড্রোসায়ানিক্ এসিড্ উদ্বেয়, বর্ণহীন, তিক্ত বাদামের ন্যায় গন্ধবিশিষ্ট তরল পদার্থ। বাষ্পাবস্থায় আলোক সংযোগে ঈষৎ গোলাপী বর্ণের শিখা ধারণ করিয়া জ্বলিতে থাকে। ইহা জলে অতি সহজে দ্রব হইয়া জলমিশ্রিত হাইড্রো-সায়ানিক্ এসিড্ প্রস্তুত করে। এই দ্রাবক অতিশয় বিষাক্ত পদার্থ। উগ্র দ্রাবকের এক বিন্দু বা জল-মিশ্রিত দ্রাবকের ১ ড্রাম্ মাত্র উদরস্থ হইলে প্রাণবিয়োগ হয়। সেবন করিবামাত্র রোগী চীৎকার করিয়া তৎক্ষণাৎ অচেতন হয় এবং অল্পক্ষণ মধ্যে মৃত্যুমুখে পতিত হইয়া থাকে এই দ্রাবক অতিশয় সাবধানের সহিত প্রস্তুত ও ব্যবহার করা কর্ত্তব্য। ইহা অল্পমাত্রায় কিয়ৎক্ষণ আঘ্রাণ করিলে শিরঃপীড়া এবং অবসাদ উপস্থিত হয়। এই বিষ পান করিলে রোগীকে অল্প মাত্রায় এমোনিয়া, ক্লোরিণ প্রভৃতি গ্যাসের আঘ্রাণ দেওয়া হয় এবং হাইড্রেটেড্ ফেরিক্ অক্সাইড্ অথবা ডায়া-লাইজড্ আয়রণ্ (Dialysed iron) সেবন করিতে দেওয়া হয়; এস্থলে উহারা বিষঘ্নের কার্য্য করে।

জল-মিশ্রিত হাইড্রোসায়ানিক্ এসিড্ স্বল্প মাত্রায় ঔষধার্থে ব্যবহৃত হয়। বোতলের ছিপি খুলিয়া রাখিলে শীঘ্রই সমস্ত দ্রাবক উড়িয়া যায়, কেবল মাত্র জল অবশিষ্ট থাকে, এজন্য বোতলটী সর্ব্বদা ছিপিবদ্ধ করিয়া রাখা উচিত।

আলোক সংস্পর্শে এই দ্রাবক বিশ্লিষ্ট হইয়া যায়; এজন্য এই দ্রাবককে নীলবর্ণ বোতলের মধ্যে রাখা হয়।

হাইড্রো-সায়ানিক্ এসিড্ বেসের সহিত মিলিত হইয়া যে সকল যৌগিক প্রস্তুত করে, তাহাদিগকে সায়ানাইড্ (Cyanides) কহে। ইহাদিগের মধ্যে পোটাসিয়ম্ সায়ানাইড্ নামক যৌগিক ফটোগ্রাফি, গিল্টিকরণ প্রভৃতি নানাবিধ শিল্পকার্য্যে বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। ইহাও একটী বিষাক্ত পদার্থ।

স্বরূপ নিরূপণ।—১। সিল্ভার্ নাইট্রেট্ সংযোগে শ্বেতবর্ণ সিল্ভার্ সায়ানাইড্ নামক পদার্থ অধঃস্থ হয়; ইহা এমোনিয়াতে দ্রবণীয়।

২। অল্প পরিমাণ কষ্টিক্ পটাশ্ বা সোডার দ্রাবণ এবং ফেরস্ ও ফেরিক্ যৌগিকের দ্রাবণ সংযোগে নীলবর্ণ প্রসিয়ান্ ব্লু (Prussian Blue) নামক পদার্থ প্রস্তুত হয়; হাইড্রো-ক্লোরিক্ এসিড্ সংযোগে ইহা পরিস্কৃত হইয়া পৃথক্ হইয়া পড়ে।

৩। এমোনিয়ম্ সল্ফাইড্ যোগ করিয়া উত্তাপ প্রয়োগে শুষ্ক করিয়া লইলে এমোনিয়ম্ সল্ফো-সায়ানাইড্ নামক যৌগিক প্রস্তুত হয়। ইহা ফেরিক্ ক্লোরাইডের দ্রাবণের সহিত মিশ্রিত হইলে উক্ত দ্রাবণ গাঢ় রক্তবর্ণ ধারণ করে।

সপ্তম পরিচ্ছেদ।

—:*:—

হ্যালোজেন্ শ্রেণী (Halogen Group)

ক্লোরিণ, ব্রোমিন্, আইওডিন্ ও ফ্লু্ওরিণ এই চারিটী মূল-পদার্থ এক শ্রেণী-ভুক্ত। ইহারা সোডিয়ম্ বা পোটাসিয়ম্ ধাতুর সহিত মিলিত হইয়া যে সকল লবণ প্রস্তুত করে; তাহারা দেখিতে খাদ্য লবণের (Common salt) ন্যায়; এই জন্য এই মূল পদার্থগুলি হালোজেন্ শ্রেণী (Salt-producing) নামে অভিহিত হইয়া থাকে। রাসায়নিক ধর্ম্ম সম্বন্ধে ইহাদিগের মধ্যে অনেক সৌসাদৃশ্য লক্ষিত হইলেও পারমাণবিক গুরুত্বের প্রভেদের মত ইহাদিগের ভৌতিক ও রাসায়নিক ধর্ম্মের যে প্রভেদ দেখিতে পাওয়া যায়, প্রত্যেকটীর ধর্ম্মসম্বন্ধে আলোচনার সময় তাহা সবিশেষ বর্ণিত হইয়াছে।

ক্লোরিণ্ (Chlorine)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন Cl; পারমাণবিক গুরুত্ব ৩৫.৪৬।

১৭৭৪ খ্রীষ্টাব্দে শীল্ (Scheele) নামক বৈজ্ঞানিক পণ্ডিত এই মূল-পদার্থ আবিষ্কার করেন।

প্রকৃতিমণ্ডলে ক্লোরিণ্‌কে অসংযুক্ত অবস্থায় দেখিতে পাওয়া যায় না। ইহা ধাতুর সহিত মিলিত হইয়া ক্লোরাইড্ নামক লবণরূপে পৃথিবীর সর্ব্বত্র অবস্থিতি করে। সমুদ্রজলে ও ভূ-গর্ভে সোডিয়ম্ ক্লোরাইড্ (খাদ্য-লবণ) প্রচুর পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়। ম্যাগ্নেসিয়ম্ ক্লোরাইড্ অল্প পরিমাণে সমুদ্রের জলে বিদ্যমান থাকে। পৃথিবীর স্থানে স্থানে পোটাসিয়ম্ ক্লোরাইড্ অল্পাধিক পরিমাণে খনিজ পদার্থ রূপে দেখিতে পাওয়া যায়।

স্বাস্থ্যরক্ষার নিমিত্ত সোডিয়ম্ ক্লোরাইড্ একটী প্রয়োজনীয় পদার্থ, এজন্য আমাদিগের শরীর মধ্যে রক্তপ্রভৃতি যে সকল তরল পদার্থ আছে, সোডিয়ম্ ক্লোরাইড্ তন্মধ্যে যথোচিত পরিমাণে অবস্থিতি করে। যে সকল পদার্থ আমরা খাদ্যরূপে ব্যবহার করি, তাহাদিগের মধ্যে ইহা অল্পাধিক পরিমাণে থাকে। প্রয়োজনানুসারে আমাদিগের খাদ্যের সহিত কিয়ৎপরিমাণ লবণ মিশ্রিত করিয়া লইতে হয়।

সোডিয়ম্ ক্লোরাইড্ নানাবিধ শিল্পকার্য্যে বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। কাচ, সাবান, মাটির বাসন প্রভৃতি অত্যাবশ্যকীয় পদার্থ সমূহ নির্ম্মাণ করিবার জন্য ইহার প্রয়োজন হয়। এতদ্ব্যতীত হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্, ব্লীচিং পাউডার্, কষ্টিক্ সোডা প্রভৃতি শিল্পকার্য্যে ব্যবহার্য্য নানাবিধ যৌগিক পদার্থ প্রস্তুত করিবার নিমিত্তও ইহা প্রচুর পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

প্রস্তুতকরণ-প্রণালী।—১। উগ্র হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ ও ম্যাঙ্গানীজ্ ডাই-অক্সাইড্ একত্রে মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে ক্লোরিণ্ গ্যাস্ নির্গত হয় এবং ম্যাঙ্গানীজ্ ক্লোরাইড্ নামক লবণ পাত্র মধ্যে অবশিষ্ট থাকে ; যথা—

$$MnO_2 + 4HCl = MnCl_2 + 2H_2O + Cl_2$$

১১২ পরীক্ষা।—একটী কাচকূপীর মধ্যে উগ্র হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ ও ম্যাঙ্গানীজ্ ডাই-অক্সাইড্ একত্রে মিশ্রিত করিয়া কূপীর মুখ একটী ছিদ্রযুক্ত ছিপি দ্বারা বন্ধ কর। ছিদ্র মধ্যে একটী সরু বক্র কাচনলের এক মুখ প্রবেশ করাইয়া দাও এবং নলের অপর মুখ একটী শুষ্ক কাচের বোতলের মধ্যে স্থাপন করিয়া কাচকূপীতে উত্তাপ প্রয়োগ কর। ক্লোরিণ্ গ্যাস্ নল দ্বারা নির্গত হইয়া গুরুভার হেতু বায়ুকে স্থানচ্যুত করতঃ বোতলের মধ্যে সঞ্চিত হইবে।

২। হাইড্রোক্লোরিক্ এসিডের পরিবর্ত্তে সোডিয়ম্ ক্লোরাইড্ এবং সল্ফিউরিক্ এসিড্, ম্যাঙ্গানীজ্ ডাই অক্সাইডের সহিত মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলেও ক্লোরিণ্ গ্যাস্ উৎপন্ন হয়।

৩। হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ অথবা সোডিয়ম্ ক্লোরাইডের দ্রাবণে তড়িৎ-প্রবাহ সঞ্চালিত হইলে উহারা বিশ্লিষ্ট হইয়া ক্লোরিণ উৎপন্ন হয়। অধুনা এই প্রণালীতে ক্লোরিণ্ যথেষ্ট পরিমাণে প্রস্তুত করা হইতেছে।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম—ক্লোরিণ্ গ্যাস্ হরিদাভ পীতবর্ণ (Greenish-yellow) ও স্বচ্ছ। ইহার গন্ধ অতীব উগ্র ও শ্বাসাবরোধক। নিশ্বাসের সহিত গৃহীত হইলে শ্বাস-পথের প্রদাহ উপস্থিত হয় এবং অধিক মাত্রায় ঘ্রাণ করিলে শ্বাসরোধ হইয়া মৃত্যু ঘটিয়া থাকে। এই গ্যাস্ অতি সাবধানের সহিত প্রস্তুত ও ব্যবহার করা কর্ত্তব্য। যে বোতলে ক্লোরিণ সঞ্চিত থাকে, তাহা কখনই নাসিকার নিকটে উন্মুক্ত করা বিধেয় নহে। ক্লোরিণ গ্যাসের ঘ্রাণজনিত

শ্বাসকৃচ্ছ্রতা, এমোনিয়া ও ক্লোরোফর্মের আঘ্রাণে কিয়ৎপরিমাণে উপশমিত হয়।

এই গ্যাস্ বায়ু অপেক্ষা ২·৪৫ গুণ ভারী। সমধিক বায়ু-চাপ বা অত্যধিক শৈত্য সংযোগে ইহা প্রথমতঃ তরল, পরে কঠিন অবস্থা প্রাপ্ত হয়।

ক্লোরিণ্ গ্যাস্ জলে দ্রবণীয় এবং পারদের সহিত একত্রিত হইলে উভয়ে মিলিত হইয়া একটী রাসায়নিক যৌগিক প্রস্তুত করে, একারণ অক্সিজেন্ প্রভৃতি অপরাপর গ্যাসের ন্যায় জল বা পারদপূর্ণ পাত্রে ইহাকে সঞ্চয় করিতে পারা যায় না। জলের সহিত মিশ্রিত হইলে ক্লোরিণ্ ওয়াটার্ (Chlorine water) নামক ক্লোরিণের দ্রাবণ প্রস্তুত হয়; ইহা পদার্থ-পরীক্ষায় পরিচায়ক (Reagent) রূপে ব্যবহৃত হয়। ইহা কিছুদিন আলোক-সংস্পর্শে থাকিলে বিশ্লিষ্ট হইয়া হাইড্রোক্লোরিক্ এসিডে পরিণত হয়; এজন্য ব্যবহারকালেই এই দ্রাবণ প্রস্তুত করা কর্ত্তব্য।

ক্লোরিণ্ হাইড্রোজেনের সহিত আলোক-সংস্পর্শে অতি সহজেই সম্মিলিত হয়। কোন পাত্র সমপরিমাণ ক্লোরিণ্ ও হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ দ্বারা পূর্ণ করতঃ মুখ বন্ধ করিয়া অন্ধকার মধ্যে রাখিলে উভয়ের মধ্যে রাসায়নিক সম্মিলন উপস্থিত হয় না কিন্তু ছায়ায় রাখিলে উভয়ে অল্পেঅল্পে নিঃশব্দে মিলিত হয়। রৌদ্র, তড়িৎ-স্ফুলিঙ্গ বা দীপালোক সংস্পর্শে অনতিবিলম্বে স্ফোটন হইয়া উভয়ে সশব্দে মিলিত হয় এবং হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ গ্যাস্ উৎপাদন করে। ক্লোরিণ্ ও হাইড্রোজেন্ এতদুভয়ের মধ্যে এরূপ প্রবল রাসায়নিক আকর্ষণী শক্তি আছে যে, হাইড্রোজেন্-যুক্ত কোন পদার্থ ক্লোরিণের সহিত একত্রিত হইলে ক্লোরিণ্ উক্ত পদার্থ হইতে হাইড্রোজেনকে পৃথক্ করিয়া উহার সহিত মিলিত হয় এবং এই প্রবল রাসায়নিক মিলনের ফলস্বরূপ উত্তাপ ও আলোক উদ্ভূত হয়।

১১৩ পরীক্ষা—একখণ্ড ব্লটিং কাগজ টার্পিন্ তৈলে সিক্ত করিয়া ক্লোরিণ্-পূর্ণ বোতলের মধ্যে নিমজ্জিত কর; কাগজ খানি জলিয়া উঠিবে এবং বোতলের অভ্যন্তর প্রদেশ ভূষা দ্বারা পরিব্যাপ্ত হইবে।

টার্পিন্ তৈলের মধ্যে হাইড্রোজেন্ আছে; ঐ হাইড্রোজেনের সহিত ক্লোরিণের এত প্রবল ভাবে রাসায়নিক মিলন সংঘটিত হয় যে, উত্তাপের আধিক্যে আলোক উৎপন্ন হইয়া কাগজখানি জলিয়া উঠে এবং টার্পিন্-তৈলস্থিত কার্ব্বন্ ভূষারূপে বোতলের মধ্যে সঞ্চিত হয়।

সহজ তাপ-মাত্রায় কতিপয় মূল-পদার্থের সহিত ক্লোরিণের রাসায়নিক সম্মিলন এরূপ সতেজে সংঘটিত হয় যে উহা দ্বারা উত্তাপ ও আলোক উৎপন্ন হইয়া থাকে।

১১৪ পরীক্ষা। ক্লোরিণ্-পূর্ণ বোতলের মধ্যে ক্ষুদ্র একখণ্ড ফস্ফরাস্ প্রবেশ করাইলে উহা তৎক্ষণাৎ জ্বলিয়া উঠে এবং ফস্ফরাস্ পেণ্টা-ক্লোরাইড্ (PCl_5) নামক যৌগিক পদার্থ প্রস্তুত হয়।

১১৫ পরীক্ষা।—ক্লোরিণ্-পূর্ণ বোতলের মধ্যে এণ্টিমনি ধাতুর সূক্ষ্মচূর্ণ নিক্ষেপ কর। ধাতু-চূর্ণ অগ্নিময় দেখাইবে এবং এণ্টিমনি ক্লোরাইড্ নামক যৌগিক পদার্থ প্রস্তুত হইবে।

ক্লোরিণ্ গ্যাস্ উদ্ভিজ্জ বর্ণ নষ্ট করে, একারণ এই গ্যাস্ শিল্পকার্য্যে বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। উদ্ভিজ্জাত যে কোন বর্ণে রঞ্জিত বস্ত্রখণ্ড ঈষদার্দ্র করতঃ ক্লোরিণ্ গ্যাসের মধ্যে নিমজ্জিত করিলে উহা শীঘ্র বর্ণহীন হইয়া যায়, কিন্তু বস্ত্র সম্পূর্ণ শুষ্ক থাকিলে উহার বর্ণের কোন পরিবর্ত্তন ঘটে না। ইহার কারণ এই যে হাইড্রোজেনের সহিত প্রবল আকর্ষণী শক্তি বিধায় ক্লোরিণ্ আর্দ্র বস্ত্র-সংলগ্ন জল হইতে হাইড্রোজেন্‌কে টানিয়া লয় ও অক্সিজেন্‌কে মুক্ত করিয়া দেয়। উদ্ভিজ্জ বর্ণ সমূহ সন্তমুক্ত (Nascent) অক্সিজেন্ সংযুক্ত হইয়া বর্ণহীন হইয়া পড়ে।

১১৬ পরীক্ষা।—একটী লাল জবা-ফুল ক্লোরিণ্-পূর্ণ বোতলের মধ্যে রাখিয়া দাও, ফুলটী বর্ণহীন হইয়া যাইবে।

পরমাণু সমূহ যৌগিক পদার্থ হইতে পৃথক্ হইবার সময় (অর্থাৎ পরস্পর মিলিত হইয়া অণু (Molecules) গঠিত হইবার পূর্ব্বে) সমধিক শক্তির পরিচয় প্রদান করে। পরমাণুর এই অবস্থাকে সন্তমুক্ত অবস্থা (Nascent state) কহে।

লংক্লথ প্রভৃতি যে সকল শুভ্র বস্ত্র আমরা ব্যবহার করি, তাহাদিগকে কোরা অবস্থায় ক্লোরিণ্ গ্যাসের দ্বারা বর্ণহীন করা হয়। এইরূপে তন্মধ্যস্থিত উদ্ভিজ্জাত কোরা রং নষ্ট হইয়া তাহারা বিমল শুভ্রত্ব প্রাপ্ত হয়।

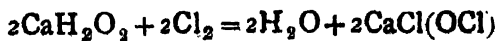
খনিজ পদার্থঘটিত বর্ণের উপর ক্লোরিণের কোন ক্রিয়া নাই। ছাপার কালীর বর্ণ অঙ্গার (খনিজ পদার্থ) ঘটিত, এজন্য একখণ্ড ছাপা কাগজ ক্লোরিণ্ গ্যাসের মধ্যে রাখিলে অক্ষরগুলি নষ্ট হইবে না। কিন্তু ইংরাজী কালী দ্বারা কোন কাগজে লিখিয়া উহা ক্লোরিণ্ গ্যাসের মধ্যে রাখিলে কালীর দাগ উঠিয়া যায়, কারণ ইংরাজী কালীর বর্ণ উদ্ভিজ্জাত।

১১৭ পরীক্ষা।—একখণ্ড ছাপা ও একখণ্ড ইংরাজী কালী দ্বারা লিখিত কাগজ জলে সিক্ত করিয়া একত্রে ক্লোরিণ্‌ গ্যাস্‌ পূর্ণ বোতলে নিমজ্জিত কর। কিয়ৎক্ষণ পরে কাগজ দুইখানি বাহির করিয়া লইলে দেখিবে যে, ছাপার কাগজ যেরূপ ছিল সেইরূপ আছে, কিন্তু ইংরাজী কালীর লেখাগুলি উঠিয়া গিয়াছে।

এই বর্ণনাশ-ক্রিয়াকে ইংরাজীতে ব্লীচিং (Bleaching) কহে। এই ক্রিয়ার নিমিত্ত ক্লোরিণ্‌ গ্যাস্‌ ব্যবহৃত না হইয়া সচরাচর ব্লীচিং পাউডার্‌ (Bleaching powder) নামক ক্লোরিণের যৌগিক ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

ক্লোরিণ্‌ উৎকৃষ্ট দুর্গন্ধ-নিবারক এবং সংক্রামক রোগের বীজ-নাশক। যে প্রণালীতে ইহা উদ্ভিজ্জ বর্ণ নাশ করে, সেই প্রণালীতেই ইহা সংক্রামক রোগের বীজ নাশ করিয়া থাকে অর্থাৎ পদার্থ-সংলগ্ন জলের হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া অক্সিজেনকে মুক্ত করিয়া দেয় এবং সদ্যমুক্ত অক্সিজেন্‌ সংস্পর্শে সংক্রামক রোগের বীজ নষ্ট হইয়া যায়। যে স্থানে জান্তব পদার্থ পচিয়া উৎকট দুর্গন্ধ নির্গত হয়, তথায় একটী কাচপাত্রে কিয়ৎপরিমাণ ক্লোরেট্‌ অফ্‌ পটাশের সহিত উগ্র হাইড্রোক্লোরিক্‌ এসিড মিশ্রিত করিলে ক্লোরিণ্‌ গ্যাস্‌ উৎপন্ন হইয়া দুর্গন্ধ নষ্ট করে। রোগীর গৃহে একখণ্ড বস্ত্র ব্লীচিং পাউডারের দ্রাবণে সিক্ত করিয়া টাঙ্গাইয়া রাখিলে বায়ুস্থিত কার্ব্বনিক্‌ এসিড্‌ গ্যাসের সাহায্যে উহা বিশ্লিষ্ট হয় এবং ক্লোরিণ অল্পে অল্পে নির্গত হইয়া দূষিত বায়ুকে পরিষ্কার করে। বিসূচিকা, বসন্ত প্রভৃতি সংক্রামক রোগগ্রস্ত ব্যক্তির শয্যা ও বস্ত্রাদির সংক্রামকতা দোষ ক্লোরিণ গ্যাসের সংস্পর্শে নষ্ট হয়।

ব্লীচিং পাউডার্‌ Ca Cl(OCl)।—কলি চূণের মধ্যে ক্লোরিণ্‌ গ্যাস্‌ প্রবেশ করাইলে এই যৌগিক প্রস্তুত হয়, যথা—

$$2CaH_2O_2 + 2Cl_2 = 2H_2O + 2CaCl(OCl)$$

ব্লীচিং পাউডারের অপর একটী নাম ক্লোরাইড্‌ অব্‌ লাইম্‌ (Chloride of lime)। ইহা জলের সহিত মিলিত হইলে ক্যাল্‌সিয়ম্‌ হাইপোক্লোরাইট্‌ ও ক্যাল্‌সিয়ম্‌ ক্লোরাইড্‌ নামক দুই প্রকার যৌগিকে বিশ্লিষ্ট হইয়া পড়ে। ইহাতে যে কোন দ্রাবক যোগ করিলে প্রথমতঃ হাইপোক্লোরস্‌ এসিড উৎপন্ন হয়, পরে উহা বিশ্লিষ্ট হইয়া ক্লোরিণ্‌ গ্যাস্‌ নির্গত হয়। এমন কি, বায়ু-স্থিত

কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাসের সংস্পর্শে এই পদার্থ হইতে অল্পে অল্পে ক্লোরিণ্ গ্যাস্ বহির্গত হইয়া থাকে। উদ্ভিজ্জ-বর্ণ-রঞ্জিত বস্ত্রাদি বর্ণহীন করিতে হইলে প্রথমতঃ ব্লীচিং-পাউডারের দ্রাবণে উহাদিগকে সিক্ত করিয়া পরে টার্টারিক্, সিট্রিক্ বা অপর কোন দ্রাবকের ক্ষীণ দ্রাবণে নিমজ্জিত করিতে হয়; দ্রাবক সাহায্যে ব্লীচিং পাউডার্ হইতে ক্লোরিণ্ গ্যাস্ নির্গত হইয়া রঞ্জিত বস্ত্রকে শুভ্র করে। এই উপায়ে নানা প্রকার ছিটের কাপড় প্রস্তুত হইয়া থাকে।

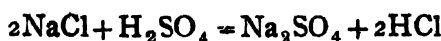
সংক্রামক রোগের প্রাদুর্ভাবের সময়ে ইহার সংযোগে পানীয় জল শোধন করিয়া লওয়া হয়।

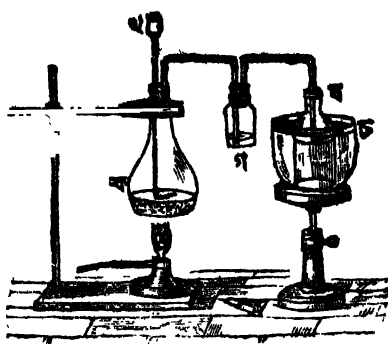
হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ (Hydrochloric acid)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন HCl; আণবিক গুরুত্ব ৩৬·৪৬।

পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে যে, হাইড্রোজেন্ ও ক্লোরিণ্ এতদুভয়ের মধ্যে রাসায়নিক আকর্ষণী শক্তি অতিশয় প্রবল। এক আয়তন ক্লোরিণ্ এক আয়-তন হাইড্রোজেনের সহিত অতি সহজে মিলিত হইয়া দুই আয়তন হাইড্রো-ক্লোরিক্ এসিড্ গ্যাস্ উৎপাদন করে।

প্রস্তুতকরণ প্রণালী—সোডিয়ম্ ক্লোরাইডের সহিত উগ্র সল্‌ফিউ-রিক্ এসিড্ মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ গ্যাস্ উৎপন্ন হয়; যথা—

$$2NaCl + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2HCl$$

১১৮ পরীক্ষা।—একটী কাচকূপীর (৭০ চিত্র, ক) মধ্যে সোডিয়ম্ ক্লোরাইড্ ও উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ একত্রে মিশ্রিত করিয়া একটী দ্বি-ছিদ্রবিশিষ্ট ছিপি দ্বারা উহার মুখ বদ্ধ কর; একটী ছিদ্রমধ্যে একটী ফনেল্ যুক্ত কাচনল (খ) ও অপর ছিদ্রে একটী দ্বি-বক্র কাচনলের এক মুখ প্রবেশ করাও। (গ) বোতলের মধ্যে অত্যল্প পরিমাণ জল রাখিয়া দ্বি-ছিদ্রবিশিষ্ট অপর একটী ছিপি দ্বারা উহার মুখ বদ্ধ করতঃ পূর্ব্বোক্ত দ্বি-বক্র কাচ নলের অপর মুখ একটী ছিদ্রের মধ্যে প্রবেশ করাইয়া জলমধ্যে নিমজ্জিত করিয়া রাখ এবং অপর ছিদ্র দ্বারা আর একটী দ্বি-বক্র কাচনলের এক মুখ অল্প পরিমাণে বোতলের মধ্যে প্রবেশ করাইয়া দাও। একটী শুষ্ক কাচের বোতল (ঘ) শীতলজলপূর্ণ পাত্রে (চ) অর্দ্ধ নিমজ্জিত রাখিয়া শেষোক্ত দ্বি-বক্র কাচনলের অপর মুখটী তন্মধ্যে স্থাপন কর। এক্ষণে (ক) কূপীতে উত্তাপ প্রয়োগ করিলে হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ গ্যাস্ উৎপন্ন হইয়া (গ) বোতলস্থিত জলে ধৌত হওতঃ গুরুত্বার

১০ চিত্র।

হেতু (ঘ) বোতলের বায়ুকে স্থানচ্যুত করিয়া তন্মধ্যে সঞ্চিত হইবে। হাইড্রোক্লোরিক্ এসিডের দ্রাবণ প্রস্তুত করিতে হইলে (ঘ) বোতলে জল রাখিয়া তন্মধ্যে নলের মুখটী ঈষৎ নিমজ্জিত করিয়া দিলে হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ গ্যাস্ জলের সহিত মিশ্রিত হইয়া উহার দ্রাবণ প্রস্তুত করিবে।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ অদৃশ্য ও বর্ণহীন গ্যাস্, কিন্তু আর্দ্র বায়ু সংস্পর্শে ইহা শ্বেতবর্ণ ধূমাকারে নয়নগোচর হয়। ইহা বায়ু অপেক্ষা ভারী এবং জলে অতি সহজে দ্রবণীয়। ব্রিটিশ্ ফার্ম্মাকোপিয়াতে যে উগ্র হাইড্রোক্লোরিক্ এসিডের উল্লেখ আছে, তাহাও জল-মিশ্রিত এবং তীব্র গন্ধ-যুক্ত। উহাতে শতকরা প্রায় ৭০ ভাগ হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ গ্যাস্ বিদ্যমান থাকে। এই উগ্র দ্রাবকের ১ ভাগ ও ৪ ভাগ জল একত্রে মিশ্রিত করিয়া ফার্ম্মোকোপিয়ার জল-মিশ্রিত (Diluted) হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ প্রস্তুত হয়।

আমরা সচরাচর যে হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড দেখিতে পাই, তাহা ঈষৎ হরিদ্রাবর্ণের; প্রস্তুত হইবার সময় কিঞ্চিৎ লোহের সহিত মিশ্রিত থাকে বলিয়াই এইরূপ বর্ণ ধারণ করে। এতদ্ব্যতীত আর্সেনিক্ প্রভৃতি অপর কয়েকটী পদার্থও ইহার সহিত মিশ্রিত থাকে। এই সকল দূষিত পদার্থ দূরীভূত করিয়া বর্ণহীন, বিশুদ্ধ, তরল হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ প্রস্তুত হইয়া থাকে।

হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ দস্তা, লৌহ প্রভৃতি কয়েকটী ধাতুর সহিত একত্রিত হইলে হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ উৎপাদন করে; যথা—

(১) $Zn + 2HCl = ZnCl_2 + H_2$

(২) $Fe + 2HCl = FeCl_2 + H_2$

দস্তা ও সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ মিলিত হইয়া হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ উৎপাদন করে, ইহা পূর্ব্বে বিস্তারিতভাবে বর্ণিত হইয়াছে।

পারদ, রৌপ্য, টিন্, প্ল্যাটিনম্ প্রভৃতি কতকগুলি ধাতুর উপর হাইড্রো-ক্লোরিক্ এসিড্ কোন ক্রিয়া প্রদর্শন করে না। এই দ্রাবক যে কোন ধাতুর অক্সাইডের সহিত একত্রিত হইলে উক্ত ধাতুর ক্লোরাইড্ প্রস্তুত হয়; ইহা ম্যাঙ্গানীজ্ ডাই-অক্সাইড্ প্রভৃতি অক্সিজেন্-প্রদায়ক পদার্থের সহিত একত্রিত হইলে ক্লোরিণ্ গ্যাস্ উৎপাদন করে।

হাইড্রোক্লোরিক এসিড্ শিল্পকার্য্যে বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। হাইড্রো-ক্লোরিক্ এসিড্ গ্যাস্ সংস্পর্শে বৃক্ষ লতাদি শুষ্ক ও বিবর্ণ হইয়া যায়। প্রক্রিয়া-বিশেষে সোডিয়ম্ কার্ব্বনেট প্রস্তুত কালীন এই গ্যাস্ প্রচুর পরিমাণে উৎপন্ন হয়। যাহাতে ইহা কারখানার চিম্‌নি হইতে নির্গত হইয়া নিকটবর্ত্তী স্থানের বৃক্ষ ও শস্যাদি নষ্ট করিতে না পারে, তন্নিবারণহেতু ইংলণ্ডে একটী আইন প্রচলিত আছে।

স্বরূপ নিরূপণ।—১। নাইট্রেট্ অব্ সিল্‌ভারের দ্রাবণ সংযোগে শ্বেতবর্ণ সিল্‌ভার্ ক্লোরাইড্ অধঃস্থ হয়; ইহা এমোনিয়াতে দ্রবণীয় কিন্তু নাইট্রিক্ এসিডে দ্রব হয় না।

২। ম্যাঙ্গানীজ্ ডাই-অক্সাইডের সহিত মিশ্রিত করিয়া (ক্লোরাইড্ হইলে উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ও যোগ করিতে হয়) উত্তাপ প্রয়োগ করিলে ক্লোরিণ্ গ্যাস্ নির্গত হয়। এক্ষণে একখণ্ড কাগজ পোটাসিয়ম্ আইওডাইড ও শ্বেতসারের দ্রাবণে সিক্ত করিয়া উক্ত গ্যাসের মধ্যে ধারণ করিলে কাগজখানি নীলবর্ণ ধারণ করিবে।

নাইট্রো-হাইড্রো-ক্লোরিক্ এসিড্।—৩ ভাগ হাইড্রো-ক্লোরিক্ এসিড্ ও এক ভাগ নাইট্রিক্ এসিড্ একত্রে মিশ্রিত করিলে এই দ্রাবক উৎপন্ন হয়। ইহার অপর একটী নাম একোয়া রিজিয়া (Aqua regia), কারণ স্বর্ণ ও প্ল্যাটিনম্ নামক দুইটী শ্রেষ্ঠ ধাতু (রাজ-ধাতু) এই দ্রাবকে দ্রব হইয়া থাকে। স্বর্ণ বা প্ল্যাটিনম্ ধাতু এই দ্রাবকের সহিত একত্রিত হইলে ক্লোরিণ্ গ্যাস্ উৎপন্ন হইয়া উক্ত ধাতুদ্বয়ের ক্লোরাইড্ প্রস্তুত করে, এজন্য উহারা এই দ্রাবকে দ্রব হইয়া যায়।

কয়েকখণ্ড সোণালীর পাত (Gold-leaf) একটী টেষ্ট্ টিউবে রাখিয়া নাইট্রিক্ এসিড্ যোগ করিলে উহা দ্রব হইবে না। এইরূপে অপর একটী টেষ্টটিউবে সোণালীর পাত রাখিয়া উগ্র হাইড্রো ক্লোরিক্ এসিড্ যোগ করিলে উহা গলিবে না। এক্ষণে নাইট্রিক্ ও হাইড্রো ক্লোরিক্ এসিড্ একত্রে মিশ্রিত করিয়া তন্মধ্যে সোণালীর পাত ফেলিয়া দিলে উহা তৎক্ষণাৎ দ্রব হইয়া হরিদ্রাবর্ণ গোল্ড্ ক্লোরাইডের দ্রাবণ প্রস্তুত করিবে।

৩ ভাগ নাইট্রিক্ এসিড্, ৪ ভাগ উগ্র হাইড্রো ক্লোরিক্ এসিড্ ও ২৫ ভাগ জল একত্রে মিশ্রিত করিলে ব্রিটিশ্ ফার্ম্মাকোপিয়ার জল-মিশ্রিত নাইট্রো-হাইড্রো-ক্লোরিক্ এসিড্ প্রস্তুত হয়।

অক্সিজেন্-যুক্ত ক্লোরিণ্ যৌগিক।

ক্লোরিণ্ সহজে অক্সিজেনের সহিত মিলিত হয় না। কিন্তু অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইলে ক্লোরিণ্ মনক্সাইড্ (Chlorine Monoxide, Cl_2O) এবং ক্লোরিণ পারক্সাইড্ (Chlorine Peroxide, Cl_2O_4) নামক দুইটী বায়বীয় যৌগিক উৎপন্ন হয়। ইহারা সহজেই ক্লোরিণ্ ও অক্সিজেন্ গ্যাসে বিশ্লিষ্ট হইয়া যায়।

ক্লোরেট্ যৌগিক (Chlorates)—ক্লোরিণ ও অক্সিজেন্ কতকগুলি ধাতুর সহিত মিলিত হইয়া ঐ সকল ধাতুর ক্লোরেট্ নামক যৌগিক প্রস্তুত করে। ইহাদিগের মধ্যে পোটাসিয়ম্ ধাতুর ক্লোরেট শিল্পকার্য্যে ও ঔষধার্থে বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

ক্লোরেটদিগের সাধারণ ধর্ম্ম এই যে, উত্তপ্ত হইলে বিশ্লিষ্ট হইয়া অক্সিজেন্ গ্যাস্ উৎপাদন করে। অক্সিজেন্ প্রস্তুত করিবার নিমিত্ত সচরাচর ক্লোরেট্ অফ্ পটাশ ব্যবহৃত হয়, ইহা পূর্ব্বে বর্ণিত হইয়াছে। ক্লোরেট হইতে সহজে অক্সিজেন্ নির্গত হয় বলিয়া উহা অক্সিজেন্-গ্রাহক দাহ্য পদার্থের সহিত মিশ্রিত হইলে স্ফোটন-শীল মিশ্র-পদার্থ (Explosive mixtures) উৎপন্ন হয়; সামান্য আঘাতেই এই মিশ্র পদার্থের সশব্দ স্ফোটন হইয়া থাকে। এই কারণে ক্লোরেট অফ পটাশ গন্ধকের সহিত একত্রে গুঁড়াইলে সশব্দ-স্ফোটন উপস্থিত হইয়া

পুড়িয়া যাইবার সম্ভাবনা। আতসবাজী প্রস্তুত করিবার সময় এই দুই পদার্থ কখনই একত্রে গুঁড়া করা উচিত নহে।

১১৯ পরীক্ষা।—একটী বড় হামামদিস্তার মধ্যে অত্যল্প পরিমাণ ক্লোরেট্ অফ্ পটাশ্ ও গন্ধক একত্রে রাখিয়া একখানি পুরু কাগজ উহার উপর চাপা দাও; কাগজের উপর একটী ছিদ্র করতঃ হামাম্ দিস্তার দণ্ডটী তন্মধ্যে প্রবেশ করাইয়া উভয় দ্রব্য সজোরে পেষণ কর; গন্ধক ও ক্লোরেট্ অফ্ পটাশ্ মিলিত হইয়া সশব্দ-স্ফোটন উৎপাদন করিবে।

আর্সেনিক্ সল্‌ফাইড্, এন্টিমনি সল্‌ফাইড (সূর্ম্মা) প্রভৃতি গন্ধকঘটিত পদার্থের সহিত ক্লোরেট অফ পটাশ মিশ্রিত করিয়া "ভুঁইপটকা" (Crackers) প্রভৃতি বালকদিগের ক্রীড়নক আতসবাজী প্রস্তুত করা হয়। উহারা সজোরে ভূমিতে আঘাতিত হইলে প্রচণ্ড শব্দ উৎপাদন করে।

১২১ পরীক্ষা।—অল্প পরিমাণ ক্লোরেট্ অফ্ পটাশ্ ও এন্টিমনি সল্‌ফাইড্ সাবধানে মিশ্রিত করিয়া একটী কাগজের মোড়ক প্রস্তুত কর। মোড়কটী একখণ্ড লৌহের উপর স্থাপন করতঃ হাতুড়ি দ্বারা সজোরে আঘাত করিলে প্রচণ্ড শব্দ উৎপন্ন হইবে।

ক্লোরেট অফ পটাশ বিলাতী দেশলাই প্রস্তুত করিবার জন্য ব্যবহৃত হয়।

ক্লোরিণ্ মনক্সাইড্ (Cl_2O)—হরিদ্রাবর্ণ মার্কিউরিক্ অক্সাইডের সহিত ক্লোরিণ গ্যাস্ মিলিত হইলে ঈষৎ হরিদ্রাবর্ণের এই গ্যাস্ উৎপন্ন হয়; ইহা উত্তাপ সংযোগে সশব্দে বিশ্লিষ্ট হইয়া ক্লোরিণ ও অক্সিজেন্ উৎপাদন করে। এই গ্যাস্ জলের সহিত মিলিত হইয়া হাইপোক্লোরস্ এসিড্ প্রস্তুত করে।

ক্লোরিণ্ পারক্সাইড্ (Cl_2O_4)—পোটাসিয়ম্ ক্লোরেটের সহিত উগ্র সল্‌ফিউরিক এসিড্ যোগ করিয়া ঈষৎ উত্তাপ প্রয়োগ করিলে হরিদ্রাবর্ণের স্ফোটন-শীল এই গ্যাস্ উৎপন্ন হয়। সামান্য উত্তাপেই ইহা বিশ্লিষ্ট হইয়া সশব্দ-স্ফোটন উৎপাদন করে, এজন্য ইহা সাবধানের সহিত প্রস্তুত করা উচিত। ইহা একটী প্রবল অক্সিজেন্-প্রদায়ক পদার্থ (Oxidising agent)।

ক্লোরিক্ এসিড্ (Chloric Acid, $HClO_3$)—বেরিয়ম্ ক্লোরেটের দ্রাবণে উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ যোগ করিলে এই দ্রাবক উৎপন্ন হয়। ইহা একটী প্রবল অক্সিজেন্-প্রদায়ক পদার্থ। ইহা বেসের সহিত মিলিত হইয়া পোটাসিয়ম্ ক্লোরেট্ প্রভৃতি বিবিধ ক্লোরেট্ নামক লবণ প্রস্তুত করে।

হাইপোক্লোরস্ এসিড্ (Hypochlorous Acid, HClO)— পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে যে, কলি চূণের সহিত ক্লোরিণ্ গ্যাস্ মিশ্রিত হইলে ব্লীচিং পাউডার্ নামক পদার্থ উৎপন্ন হয়; ইহা জলের সহিত মিলিত হইলে ক্যাল্সিয়ম্ ক্লোরাইড্ ($CaCl_2$) ও ক্যাল্সিয়ম্ হাইপোক্লোরাইট্ CaCI (O Cl_2) নামক দুইটী যৌগিকে বিশ্লিষ্ট হইয়া যায়।

কষ্টিক্ পটাশের ক্ষীণ দ্রাবকের মধ্যে ক্লোরিণ্ গ্যাস্ প্রবেশ করাইলে ব্লীচিং পাউডারের ন্যায় পোটাসিয়ম্ হাইপোক্লোরাইট্ নামক একটী যৌগিক পদার্থ উৎপন্ন হয়।

যে কোন হাইপোক্লোরাইটের সহিত জল-মিশ্রিত নাইট্রিক্ এসিড্ যোগ করিয়া চোলাই করিলে হাইপোক্লোরস্ এসিড্ উৎপন্ন হয়। ক্লোরিণ্ গ্যাসের ন্যায় এই দ্রাবকেরও উদ্ভিজ্জবর্ণ নাশ করিবার ক্ষমতা আছে।

ক্লোরিক্ এসিড্ ও হাইপোক্লোরস্ এসিড্ ব্যতীত ক্লোরিণ্, অক্সিজেন্ ও হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া পার্ক্লোরিক্ এসিড (Perchloric Acid, $HClO_4$) নামক অপর একটী দ্রাবক প্রস্তুত করে। ইহা বেসের সহিত মিলিত হইয়া পার্ক্লোরেট নামক লবণ প্রস্তুত করে। পোটাসিয়ম্ ক্লোরেট উত্তাপ সংযোগে প্রথমতঃ পোটাসিয়ম্ পার্ক্লোরেটে পরিণত হয় এবং পরে অধিকতর উত্তাপ সংযোগে পোটাসিয়ম্ ক্লোরাইড্ ও অক্সিজেন্ গ্যাসে বিশ্লিষ্ট হইয়া পড়ে। পোটাসিয়ম্ পার্ক্লোরেটের সহিত সল্ফিউরিক্ এসিড মিশ্রিত করিলে পার্ক্লোরিক্ এসিড উৎপন্ন হয়। পার্ক্লোরিক্ এসিড একটী উগ্র অক্সিজেন্-প্রদায়ক পদার্থ।

ব্রোমিন্ (Bromine)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন Br; পারমাণবিক গুরুত্ব ৭৯.৯২।

১৮২৬ খ্রীষ্টাব্দে ব্যালার্ড্ (Ballard) এই মূল-পদার্থ আবিষ্কার করেন।

ব্রোমিন্ অসংযুক্তাবস্থায় প্রকৃতি-মণ্ডলে প্রাপ্ত হওয়া যায় না; সোডিয়ম্ ও ম্যাগনেসিয়ম্ ধাতুর সহিত মিলিত হইয়া উক্ত ধাতুদ্বয়ের ব্রোমাইডরূপে সমুদ্র ও কতিপয় প্রস্রবণের জলে প্রাপ্ত হওয়া যায়। জর্ম্মনীর অন্তঃপাতী ষ্টাস্ফার্ট নামক স্থানে খনির মধ্যে পোটাসিয়ম্ ক্লোরাইড্ নামক লবণের

সহিত পোটাসিয়ম্ ব্রোমাইড যথেষ্ট পরিমাণে অবস্থিতি করে এবং ইহা হইতে ব্রোমিন্ প্রস্তুত হইয়া থাকে।

প্রস্তুত-করণ-প্রণালী।—১। উপরোক্ত খনিজ পদার্থ হইতে ব্রোমিন্ প্রস্তুত করিতে হইলে প্রথমতঃ উহার জল-মিশ্রিত দ্রাবণ ঘন করিয়া পোটাসিয়ম্ ক্লোরাইডকে দানার আকারে পৃথক্ করিয়া লওয়া হয়। এক্ষণে অবশিষ্ট দ্রাবণে (Mother-liquor) পোটাসিয়ম্ ব্রোমাইড দ্রব হইয়া রহে। পোটাসিয়ম্ ব্রোমাইডের সহিত ম্যাঙ্গানীজ ডাই-অক্সাইড ও উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ যোগ করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে ব্রোমিন্ রক্তবর্ণ বাষ্পরূপে চোলাই হইয়া আইসে; শৈত্য সংযোগে এই বাষ্প গাঢ় রক্তবর্ণ তরলাকার ধারণ করে।

$$2KBr + 2H_2SO_2 + MnO_2 = K_2SO_4 + MnSO_4 + 2H_2O + 2Br$$

১২১ পরীক্ষা।—একটী কাচকূপীর মধ্যে পোডাসিয়ম্ ব্রোমাইড, ম্যাঙ্গানীজ্ ডাই-অক্সাইড্ ও উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ একত্রে মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে ব্রোমিন্ বাষ্পরূপে নির্গত হয়। কাচকূপীর মুখ একটি বক্র কাচনল-সংযুক্ত ছিপি দ্বারা বন্ধ করতঃ নলের অপর মুখ বরফ-জলে অর্দ্ধ নিমজ্জিত একটী শুষ্ক কাচের বোতলের মধ্যে প্রবেশ করাইলে ব্রোমিনের রক্তবর্ণ বাষ্প শৈত্য-সংযোগে তন্মধ্যেতরলাকার ধারণ করিয়া সঞ্চিত হইবে।

২। যে কোন ব্রোমাইডের দ্রাবণে ক্লোরিণ্ যোগ করিলে ব্রোমিন্ দ্রাবণ হইতে পৃথক্ হইয়া পড়ে। পরে উহাতে ঈথর্ যোগ করিয়া আলোড়ন করিলে ব্রোমিন্ ঈথরে দ্রব হইয়া উপরে ভাসিতে থাকে।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—ব্রোমিন্ কৃষ্ণাভ রক্তবর্ণ তরল পদার্থ ও জল অপেক্ষা অনেক ভারী। ইহা সহজ তাপ-মাত্রায় বাষ্পে পরিণত হয়, এজন্য বোতলের ছিপি খুলিলে রক্তবর্ণ বাষ্প নির্গত হয়। ইহার গন্ধ অতীব উগ্র, অল্পমাত্রায় নিশ্বাসের সহিত গৃহীত হইলে শ্বাস-কৃচ্ছ্রতা ও অধিক মাত্রায় শ্বাস-পথের প্রদাহ উপস্থিত হয় এবং শ্বাস-রোধ হইয়া মৃত্যু পর্য্যন্ত ঘটিয়া থাকে। ইহা ক্ষতকারী পদার্থ, গায়ে লাগিলে ঘা হয়। সহজ তাপ মাত্রায় বাষ্পে পরিণত হয় বলিয়া ব্রোমিন্ বোতলের মধ্যে জলের সহিত একত্রে রক্ষিত হয়; জল উপরে থাকে বলিয়া উহা সহজে বাষ্পে পরিণত হইতে পারে না। ব্রোমিন্ জলে সামান্য পরিমাণে দ্রবণীয়। কতকগুলি ধাতুর সহিত ইহা সতেজে মিলিত হইয়া উহাদিগের ব্রোমাইড্ নামক যৌগিক প্রস্তুত করে। যে কোন ব্রোমাইডের

দ্রাবণে ক্লোরিণ্ ওয়াটার্ যোগ করিলে ব্রোমিন্ পৃথক্ হইয়া পড়ে এবং দ্রাবণটী পীত বা রক্তবর্ণ ধারণ করে। শৈত্য সংযোগে ব্রোমিন্ কঠিন অবস্থায় আনীত হইয়াছে। শ্বেতসারের দ্রাবণের সহিত ব্রোমিন্ একত্রিত হইলে দ্রাবণটী পীত বা কমলালেবুর বর্ণ ধারণ করে।

হাইড্রোব্রোমিক্ এসিড্ (Hydrobromic Acid, HBr) — ব্রোমিন্ ও হাইড্রোজেনের মিলনে এই দ্রাবক উৎপন্ন হয়, কিন্তু এই দুই পদার্থ সহজে মিলিত হয় না। পোটাসিয়ম্ বা সোডিয়ম্ ব্রোমাইডের সহিত ফস্ফরিক্ এসিড্ মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে হাইড্রোব্রোমিক্ এসিড্ উৎপন্ন হয়। সচরাচর লোহিত ফস্ফরস্, ব্রোমিন্ ও জল একত্রে মিশ্রিত করিয়া সামান্য উত্তাপ সংযোগে চোলাই করিলে এই দ্রাবক প্রস্তুত হয়।

হাইড্রোব্রোমিক্ এসিড্ অদৃশ্য বর্ণহীন গ্যাস্। আর্দ্র বায়ু মধ্যে ইহা শ্বেত-বর্ণ ধূমাকারে নয়নগোচর হয়। ইহা জলে অতিশয় দ্রবণীয়; জল মিশ্রিত দ্রাবক ঔষধরূপে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। এই দ্রাবক বেসের সহিত মিলিত হইয়া ব্রোমাইড্ নামক যৌগিক প্রস্তুত করে; পোটাসিয়ম্ ধাতুর ব্রোমাইড্ ঔষধ ও ফটোগ্রাফির জন্য বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

ব্রোমিন্ হইতে ব্রোমিক্ এসিড্, হাইপোব্রোমস্ এসিড্ প্রভৃতি অপর কয়েকটী দ্রাবকও প্রস্তুত হইয়া থাকে; বাহুল্য ভয়ে তাহাদিগের বিষয় এই পুস্তকে বর্ণিত হইল না।

হাইপোব্রোমস্ এসিড (NaHBrO) হইতে সোডিয়ম্ হাইপোব্রোমাইট্ নামক লবণ উৎপন্ন হয়। ইহার দ্রাবণ মূত্রে ইউরিয়া (Urea) পরীক্ষার জন্য ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

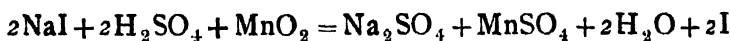
স্বরূপ নিরূপণ। যে কোন ব্রোমাইডের সহিত উগ্র সল্ফিউরিক্ এসিড্ ও ম্যাঙ্গানীজ্ ডাই অক্সাইড্ মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে ব্রোমিন্ রক্তবর্ণ বাষ্পরূপ নির্গত হয়।

আইওডিন্ (Iodine)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন I; পারমাণবিক গুরুত্ব ১২৭·৯২

আইওডিন্ অসংযুক্তাবস্থায় প্রকৃতি মণ্ডলে প্রাপ্ত হওয়া যায় না। ব্রোমিনের ন্যায় ইহা সোডিয়ম্ ধাতুর সহিত মিলিত হইয়া লবণের খনির

মধ্যে স্বল্প পরিমাণে অবস্থিতি করে। আমেরিকার অন্তর্গত চিলি প্রদেশে নাইট্রেট্ অফ সোডা নামক যে লবণ প্রাপ্ত হওয়া যায়, তন্মধ্যে সোডিয়ম্ আইওডেট্ নামক আইওডিনের যৌগিক বিদ্যমান থাকে ; অধুনা এই যৌগিক হইতে আইওডিন্ যথেষ্ট পরিমাণে প্রস্তুত করা হইতেছে। সমুদ্র-জাত এক প্রকার গুল্ম (Sea-weed) হইতে ইহা প্রচুর পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়। উক্ত গুল্ম সংগ্রহ করিয়া শুষ্ক করতঃ দগ্ধ করিলে ভস্ম মধ্যে সোডিয়ম্ আইওডাইড নামক আইওডিনের একটী যৌগিক বিদ্যমান থাকে। এই যৌগিক পদার্থ ফুটন্ত জলে দ্রব করিয়া উক্ত দ্রাবণে উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিড যোগ করিলে কার্ব্বনেট্; সলফাইড প্রভৃতি দ্রাবণস্থিত অন্যান্য লবণ বিশ্লিষ্ট হইয়া যায় এবং সোডিয়ম্ সল্‌ফেট্ নামক লবণ দানা বাঁধিয়া অধঃস্থ হইয়া পড়ে। এক্ষণে সল্‌ফিউ-রিক্ এসিড মিশ্রিত এই দ্রাবণকে পৃথক্ করিয়া উহার সহিত ম্যাঙ্গ্যানীজ ডাই-অক্সাইড যোগ করিয়া সামান্য উত্তাপ প্রয়োগ করিলে আইওডিন্ বেগুনীবর্ণের বাষ্পাকারে নির্গত হয়। উক্ত বাষ্পকে শীতল করিলে উহা কৃষ্ণবর্ণ কঠিন স্ফটিকাকার আইওডিনে পরিণত হয়।

$$2NaI + 2H_2SO_4 + MnO_2 = Na_2SO_4 + MnSO_4 + 2H_2O + 2I$$

১২২ পরীক্ষা।—একটী কাচকূপীর মধ্যে পোটাসিয়ম্ আইওডাইড্ উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ ও ম্যাঙ্গানীজ ডাই-অক্সাইড্ একত্রে মিশ্রিত করিয়া একটী বক্র কাচনল সংযুক্ত ছিপি দ্বারা কূপীর মুখ বন্ধ করতঃ উত্তাপ প্রয়োগ কর এবং নলের অপর মুখ শীতল জলে স্থাপিত একটী শুষ্ক বোতলের মধ্যে রাখ। আইওডিন্ বেগুনীবর্ণের বাষ্পাকারে শুষ্ক বোতলের মধ্যে প্রবেশ করতঃ শৈত্য সংযোগে দানার আকার ধারণ করিবে।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—আইওডিন্ ধূসরাভ-কৃষ্ণবর্ণ দানাযুক্ত কঠিন পদার্থ। ইহা সামান্য উত্তাপেই দ্রবীভূত হয় এবং তৎকালে উহা হইতে বেগুনীবর্ণের ধূম উদ্গত হইয়া থাকে। সহজ তাপ-মাত্রাতেও ইহা হইতে বেগুনীবর্ণের ধূম নির্গত হয়। আইওডিন্ জলে সামান্য পরিমাণে দ্রবণীয় কিন্তু সুরা-সার, ক্লোরোফর্ম্ম, কার্ব্বন্ ডাই-সল্‌ফাইড্, ঈথর্ এবং পোটাসিয়ম্ আইওডাইডের জল-মিশ্রিত দ্রাবণে অতি সহজেই দ্রব হইয়া থাকে। ক্লোরোফর্ম্ম বা কার্ব্বন্ ডাই-সলফাইডে আইওডিন্ দ্রব হইলে উক্ত দ্রাবণ সুন্দর বেগুনী বর্ণ ধারণ করে।

আইওডিন্ সর্ব্বদা ঔষধার্থে ব্যবহৃত হয়। টিংচার্ আইওডিন্, লিনিমেণ্ট্ আইওডিন্ প্রভৃতি ঔষধগুলি শোধিত সুরা, আইওডিন্ ও আইওডাইড্ অব পোটাসিয়ম্ সংযোগে প্রস্তুত হইয়া বাহ্যপ্রয়োগের নিমিত্ত বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

আইওডিন্ সংযোগে শ্বেত-সার (Starch) নীলবর্ণ ধারণ করে।

১২৩ পরীক্ষা।—একটী পরীক্ষানলে অল্প পরিমাণ শ্বেত-সার (অল্প পরিমাণ ময়দা বা আরারুট লইলেই চলিবে) জলের সহিত মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে শ্বেত-সারের দ্রাবণ প্রস্তুত হইবে। এই দ্রাবণ শীতল করিয়া উহাতে আইওডিনের দ্রাবণ যোগ করিলে নীলবর্ণ পদার্থ অধঃস্থ হইবে। শ্বেতসার ও আইওডিনের মিশ্রণে এই নীলবর্ণ পদার্থ উৎপন্ন হয়। শ্বেত-সারের দ্রাবণ অত্যুষ্ণ থাকিলে আইওডিন্ সংযোগে নীলবর্ণ ধারণ করে না।

আইওডিন্ সংযুক্তাবস্থায় অর্থাৎ আইওডাইডের আকারে থাকিলে শ্বেত-সারের দ্রাবণের উপর কোন ক্রিয়া প্রকাশ করে না, এজন্য উক্ত যৌগিকে প্রথমতঃ ক্লোরিণ্ ওয়াটার্ যোগ করিয়া আইওডিন্‌কে মুক্ত করিতে হয়, পরে শ্বেত-সারের দ্রাবণ যোগ করিলে উহা পূর্ব্ববৎ নীলবর্ণ ধারণ করে।

১২৪ পরীক্ষা।—একটী পরীক্ষানলে পোটাসিয়ম্ আইওডাইডের দ্রাবণ লইয়া তাহাতে ক্লোরিণ্ ওয়াটার্ যোগ করিলে আইওডিন্ মুক্ত হইবে এবং দ্রাবণটী রক্তবর্ণ ধারণ করিবে; এক্ষণে ইহাতে শ্বেত-সারের দ্রাবণ যোগ করিলে পূর্ব্বোক্ত নীলবর্ণ পদার্থ অধঃস্থ হইবে।

স্বরূপ নিরূপণ।—১। শ্বেত-সারের দ্রাবণ আইওডিন্ সংযোগে নীলবর্ণ ধারণ করে। আইওডাইডের দ্রাবণে প্রথমতঃ ক্লোরিণের দ্রাবণ যোগ করিয়া পরে শ্বেতসারের দ্রাবণ যোগ করিলে এই ক্রিয়া উপস্থিত হয়।

২। আইওডিনের দ্রাবণের সহিত ক্লোরোফর্ম্ বা কার্ব্বন্ ডাই-সল্‌ফাইড্ যোগ করিয়া আলোড়ন করিলে উহা বেগুণীবর্ণ ধারণ করিয়া তলদেশে স্থিত হয়। আইওডাইড্ হইলে উহাতে দুই এক বিন্দু ক্লোরিণ্ ওয়াটার্ যোগ করিতে হয়।

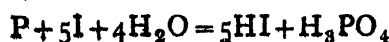
৩। যে কোন আইওডাইডের সহিত উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ ও ম্যাঙ্গানীজ্ ডাই-অক্সাইড্ মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে আইওডিন্ গাঢ় বেগুণীবর্ণের ধূমাকারে নির্গত হয়।

৪। জলে দ্রবণীয় যে কোন আইওডাইডের দ্রাবণে সিল্‌ভার্ নাইট্রেটের দ্রাবণ্ যোগ করিলে ঈষৎ হরিদ্রাবর্ণ সিল্‌ভার্ আইওডাইড্ অধঃস্থ হয়; ইহা এমোনিয়াতে অদ্রবণীয়।

৫। আইওডাইডের দ্রাবণে লেড্ নাইট্রেটের দ্রাবণ যোগ করিলে হরিদ্রাবর্ণ লেড্ আইওডাইড্ অধঃস্থ হয়।

৬। আইওডাইডের দ্রাবণে মার্কিউরিক্ ক্লোরাইডের দ্রাবণ যোগ করিলে লোহিতবর্ণের মার্কিউরিক্ আইওডাইড্ অধঃস্থ হয়। ইহা পোটাসিয়ম্ আইওডাইড্ বা মার্কিউরিক্ ক্লোরাইডের দ্রাবণে দ্রবণীয়।

হাইড্রিয়ডিক্ এসিড্ (Hydriodic Acid, HI)—আইওডিন্ হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া হাইড্রিয়ডিক্ এসিড্ প্রস্তুত করে। যে কোন আইওডাইড্ সল্‌ফিউরিক্ এসিডের সহিত একত্রিত হইলে হাইড্রিয়ডিক্ এসিড্ উৎপন্ন হয়; কিন্তু এই উপায়ে বিশুদ্ধ হাইড্রিয়ডিক্ এসিড্ প্রাপ্ত হওয়া যায় না, উহার সহিত আইওডিন্ মিশ্রিত থাকে। সচরাচর লোহিত ফস্‌ফরস্, আইওডিন্ ও জল একত্রিত করিয়া অল্প উত্তাপ সংযোগে এই দ্রাবক প্রস্তুত হইয়া থাকে; ফস্‌ফরস্, আইওডিন্ ও জল একটী পাত্রে একত্রে রাখিলে প্রথমতঃ ফস্‌ফরস্ ট্রাই-আইওডাইড্ উৎপন্ন হয়, পরে উহা জল সংযোগে হাইড্রিয়ডিক্ ও ফস্‌ফরিক্ এসিডে বিশ্লিষ্ট হইয়া পড়ে, যথা—

$$P+5I+4H_2O=5HI+H_3PO_4$$

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—হাইড্রিয়ডিক্ এসিড্ অদৃশ্য বর্ণহীন গ্যাস্; আর্দ্র বায়ু সংস্পর্শে শ্বেতবর্ণ ধূমাকারে পরিণত হয়। ইহা সহজেই জলে দ্রবণীয়। বেসের সহিত মিলিত হইলে আইওডাইড্ নামক যৌগিক প্রস্তুত হয়। পোটাসিয়ম্ আইওডাইড্ একটী অত্যন্ত প্রয়োজনীয় ঔষধ এবং ইহা শিল্পকার্য্যও ফটোগ্রাফিতে ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

আইওডিক্ এসিড্ (Iodic Acid, HIO_3)—আইওডিন্ উগ্র নাইট্রিক্ এসিডের সহিত মিশ্রিত হইলে এই দ্রাবক প্রস্তুত হয়। ইহা বেসের সহিত মিলিত হইয়া আইওডেট্ নামক যৌগিক প্রস্তুত করে। কষ্টিক্ পটাশের সহিত আইওডিন্ মিশ্রিত করিলে পোটাসিয়ম্ আইওডাইডের সহিত পোটাসিয়ম্ আইওডেট্ নামক লবণ প্রস্তুত হয়। আইওডিক্ এসিড্ শ্বেতবর্ণ দানাযুক্ত পদার্থ। মর্ফিন্ পরীক্ষার জন্য ইহা ব্যবহৃত হইয়া থাকে। মর্ফিন্ সংযোগে আইওডিক্ এসিড্ হইতে আইওডিন্ পৃথক হইয়া পড়ে; পরে উহার সহিত শ্বেতসারের দ্রাবণ যোগ করিলে উহা নীলবর্ণ ধারণ করে।

ফ্লুওরিণ্ (Fluorine)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন F ; পারমাণবিক গুরুত্ব ১৯।

প্রকৃতি-মণ্ডলে ফ্লুওরিণ্ সর্ব্বদা যুক্তাবস্থায় অবস্থিতি করে। ক্যাল্সিয়ম্ ধাতুর সহিত মিলিত হইয়া ক্যাল্সিয়ম্ ফ্লুওরাইড্ বা ফ্লুওস্পার্ (Fluospar) রূপে ইহা পৃথিবীর অনেক স্থলে প্রাপ্ত হওয়া যায়। ক্রাইওলাইট্ (Cryolite) নামক খনিজ পদার্থে ইহা সোডিয়ম্ ও এলুমিনিয়মের সহিত মিলিত হইয়া অবস্থিতি করে। সম্প্রতি ময়সন্ নামক রসায়ন-তত্ত্ববিদ্ এই মূল-পদার্থকে তড়িৎ-প্রবাহ সংযোগে নির্জ্জল হাইড্রোফ্লুওরিক্ এসিড্ হইতে পৃথক্ করিয়া মুক্তাবস্থায় আনিতে সক্ষম হইয়াছেন।

ফ্লুওরিণ্ অতিশয় তেজস্কর বাষ্পীয় পদার্থ। প্রায় সমস্ত অর্গ্যানিক্ ও ইনর্গানিক্ পদার্থের সহিত ইহা সতেজে মিলিত হয়, কেবল অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া কোন যৌগিক প্রস্তুত করে না। প্ল্যাটিনম্ ধাতুর উপর ইহা বিশেষ কোন ক্রিয়া প্রদর্শন করে না, এইজন্য প্ল্যাটিনম্ নির্ম্মিত পাত্র এই গ্যাস্ প্রস্তুত করিবার জন্য ব্যবহৃত হয়। ফ্লুওরিণ্ হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া হাইড্রোফ্লুওরিক্ এসিড্ নামক দ্রাবক প্রস্তুত করে; ইহা শিল্পকার্য্যে বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

হাইড্রোফ্লুওরিক্ এসিড্ (Hydrofluoric Acid, HF)—ক্যাল্সিয়ম্ ফ্লুওরাইডের সহিত উগ্র সল্ফিউরিক্ এসিড্ মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে হাইড্রোফ্লুওরিক্ এসিড্ গ্যাসের আকারে নির্গত হয়, যথা—

$$CaF_2 + H_2SO_4 = CaSO_4 + 2HF$$

এই গ্যাসের সংস্পর্শে কাচ ক্ষয়প্রাপ্ত হয় বলিয়া প্ল্যাটিনম্ বা সীস নির্ম্মিত পাত্রে ইহা প্রস্তুত ও সঞ্চিত হইয়া থাকে।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—এই গ্যাস্ অদৃশ্য ও তীব্র অম্ল-প্রতিক্রিয়া-সম্পন্ন। নিশ্বাসের সহিত গৃহীত হইলে শ্বাস-পথের প্রদাহ উপস্থিত হয়, এজন্য ইহা সাবধানে প্রস্তুত করা উচিত। এই দ্রাবকের প্রধান ধর্ম্ম এই যে, কাচের সহিত একত্রিত হইলে কাচ ক্ষয় প্রাপ্ত হয়; এজন্য ইহা কাচের উপরে লিখিবার, অঙ্কপাত করিবার বা কোন চিত্র আঁকিবার জন্য ব্যবহৃত হইয়া থাকে। পূর্ব্বে

উক্ত হইয়াছে যে তাপমান-যন্ত্রের উপর অঙ্কপাত করিবার নিমিত্ত হাইড্রো-ফ্লুওরিক্ এসিড্ ব্যবহৃত হয়। কাচের উপর লিখিতে হইলে প্রথমতঃ গলিত মোমের দ্বারা উহাকে আবৃত করিতে হয়; পরে সূচিকা দ্বারা মোম ভেদ করতঃ কাচের উপর ইচ্ছামত লিখিয়া কাচখানি কিয়ৎক্ষণ হাইড্রো-ফ্লুওরিক্ এসিড্ গ্যাসের মধ্যে ধারণ করিলে অথবা উহার দ্রাবণ তদুপরি ঢালিয়া দিলে কাচের যে যে স্থান হইতে মোম উঠিয়া গিয়াছে, সেই সেই স্থান এই দ্রাবক সংযোগে ক্ষয় প্রাপ্ত হয়। পরে টার্পিন্ তৈল দ্বারা কাচের উপর হইতে মোম তুলিয়া ফেলিলে অক্ষর বা চিহ্নগুলি সুস্পষ্ট খোদিত হইয়াছে, দেখা যায়।

এইরূপে তাপমান, বায়ুমান, হাইড্রোমিটার্ প্রভৃতি যন্ত্র এবং মাপের গ্লাস্ বা পাত্র উপরোক্ত প্রক্রিয়ানুসারে চিহ্নিত হইয়া থাকে।

অষ্টম পরিচ্ছেদ।

গন্ধক (Sulphur)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন S ; পারমাণবিক গুরুত্ব ৩২.০৬।

গন্ধক অসংযুক্ত অবস্থায় প্রকৃতি মধ্যে বহুল পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়। সিসিলী দ্বীপে আগ্নেয় গিরির সন্নিকটে ইহা প্রচুর পরিমাণে সঞ্চিত থাকিতে দেখা যায়। ব্যবসায়ীরা এই সকল স্থান হইতে গন্ধক সংগ্রহ করিয়া ভিন্ন ভিন্ন দেশে বিক্রয়ার্থ প্রেরণ করে। এতদ্ব্যতীত গন্ধক অনেকানেক ধাতুর সহিত মিলিত হইয়া ঐ সকল ধাতুর সল্‌ফাইড্‌ রূপে ভূ-গর্ভে অবস্থিতি করে; লৌহ, সীস্‌ ও তাম্রের সল্‌ফাইড্‌ অন্যান্য ধাতুর সল্‌ফাইড্‌ অপেক্ষা অধিক পরিমাণে খনির মধ্যে প্রাপ্ত হওয়া যায়। গন্ধক, বিভিন্ন ধাতু ও অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া সল্‌ফেট্‌ নামক যৌগিকের আকারে পৃথিবীর উপরিভাগে ও আকর মধ্যে দৃষ্ট হয়; ক্যাল্‌সিয়ম্‌ সল্‌ফেট্‌ বা জিপ্সম্‌ (Gypsum), বেরিয়ম্‌ সল্‌ফেট্‌ বা হেভিস্পার্‌ (Heavy spar), লেড্‌ সল্‌ফেট্‌ প্রভৃতি যৌগিকগুলি খনিজ সল্‌ফেট্‌ দিগের মধ্যে প্রধান।

গন্ধক, জীব ও উদ্ভিদ্‌ শরীরে কার্ব্বন্‌, হাইড্রোজেন্‌ প্রভৃতি মূল-পদার্থের সহিত মিলিত হইয়া অল্প পরিমাণে অবস্থিতি করে। আগ্নেয় গিরি হইতে যে গ্যাস্‌ নির্গত হয়, তন্মধ্যে সল্‌ফিউরস্‌ এসিড্‌ এবং সল্‌ফিউরেটেড্‌ হাইড্রোজেন্‌ নামক গন্ধকের দুইটী যৌগিক বিদ্যমান থাকে; এই দুইটী গ্যাসের মিলনে গন্ধক উৎপন্ন ও পৃথক্‌ হইয়া আগ্নেয়-গিরির সন্নিধানে অবস্থিতি করে।

প্রস্তুতকরণ প্রণালী।—গন্ধক যখন আগ্নেয়-গিরির নিকটস্থ প্রদেশ হইতে সংগৃহীত হয়, তখন মৃত্তিকা এবং অন্যান্য পদার্থ উহার সহিত মিশ্রিত থাকে। এই সকল পদার্থ পৃথক্‌ করিবার নিমিত্ত গন্ধকের তালগুলি উপর্য্যুপরি স্তূপাকারে সাজাইয়া উহার বহিঃপ্রদেশ এরূপে আবৃত করিতে হয় যে অভ্যন্তরে বায়ু প্রবেশ করিতে না পারে। পরে স্তূপের নিম্নদেশে অগ্নিসংযোগ করিলে উত্তাপ হেতু স্তূপের অন্যান্য অংশস্থিত গন্ধকের তাল হইতে গন্ধক দ্রব হইয়া নিম্নে রক্ষিত পাত্র মধ্যে সঞ্চিত হয়। বায়ু প্রবেশের পথ রুদ্ধ না করিয়া অগ্নি সংযোগ করিলে গন্ধক বায়ুস্থিত অক্সিজেনের

সহিত মিলিত হইয়া সল্‌ফর্‌ ডাই-অক্সাইড্‌ নামক গ্যাসে পরিণত হয় এবং এইরূপে অনেক গন্ধক নষ্ট হইয়া যায়।

গন্ধক বিশুদ্ধ করিতে হইলে তাপ-সংযোগে চোলাই করিয়া লইতে হয়। বৃহদাকার মৃত্তিকা বা লৌহ নির্ম্মিত পাত্রের মধ্যে গন্ধক রাখিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে উহা বাষ্পাকারে পরিণত হইয়া সন্নিকটে স্থাপিত ইষ্টক-নির্ম্মিত শীতল গৃহমধ্যে আগমন করে এবং গৃহের দেওয়ালে সূক্ষ্ম চূর্ণ রূপে সঞ্চিত হয়। দেওয়াল ক্রমশঃ উত্তপ্ত হইলে উহা তরলাকার ধারণ করে। এক্ষণে উহাকে কাঠের ছাঁচে ঢালিয়া শীতল করিলে কঠিন গন্ধকের বাতি (Roll Sulphur) প্রস্তুত হয়। সচরাচর গন্ধক এই আকারেই বাজারে বিক্রীত হইয়া থাকে।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—গন্ধক হরিদ্রাবর্ণের ভঙ্গপ্রবণ পদার্থ। ১১৫°C তাপ-মাত্রায় ইহা ঈষৎ হরিদ্রাবর্ণ তরলাকারে পরিণত হয় এবং অধিকতর তাপ-সংযোগে গাঢ় কৃষ্ণাভ-রক্তবর্ণ ধারণ করে। ২০০° হইতে ২৫০°C তাপ-মাত্রায় উত্তপ্ত হইলে উহা এত গাঢ় হয় যে, পাত্র নিম্নমুখ করিলেও অভ্যন্তরস্থ গন্ধক গড়াইয়া পড়ে না। ইহাপেক্ষা অধিকতর তাপ-মাত্রায় উহা পুনরায় তরলত্ব প্রাপ্ত হয় এবং ৪৪৮°C এ ফুটিয়া হরিদ্রাবর্ণ বাষ্পে পরিণত হয়।

কার্ব্বনের ন্যায় গন্ধকেরও ত্রিবিধ রূপ (Allotropic forms) দেখিতে পাওয়া যায়। আগ্নেয়-গিরির সন্নিধানে যে গন্ধক অবস্থিতি করে, তাহা অষ্ট-কোণ-বিশিষ্ট স্ফটিকাকার (Rhombic octahedra)। কার্ব্বন্‌ ডাই-সল্‌ফাইডে গন্ধক দ্রব করিয়া বায়ু মধ্যে রাখিয়া দিলে কার্ব্বন্‌ ডাই-সল্‌ফাইড্‌ উড়িয়া যায় এবং গন্ধক অষ্ট-কোণ-বিশিষ্ট দানার আকারে পৃথক্‌ হইয়া পড়ে। মুচির (Crucible) মধ্যে গন্ধককে দ্রব করিয়া শীতল করিলে পর উহা সূচিকাকারে দানা (Needle-shaped crystals) বাঁধিয়া যায়। ইহাই গন্ধকের দ্বিতীয় রূপান্তর। গন্ধক অত্যধিক উত্তাপ সংযোগে গলাইয়া শীতল জলে ঢালিলে রবরের ন্যায় কোমল স্থিতিস্থাপক পিণ্ডের আকার ধারণ করে, ইহাকে ইংরাজীতে প্ল্যাষ্টিক্‌ সল্‌ফর্‌ (Plastic sulphur) কহে। ইহাই গন্ধকের তৃতীয় রূপান্তর। ইহা কিয়ৎক্ষণ বায়ু মধ্যে অনাবৃত অবস্থায় থাকিলে কঠিন ও ভঙ্গ-প্রবণ হয়।

গন্ধককে উত্তাপ সংযোগে বাষ্পে পরিণত করিয়া সত্বর অধিক শীতল করিলে

উহা অতি ক্ষুদ্র দানার আকারে জমিয়া যায়; ইহাকে আম্‌লাসা গন্ধক (Flowers of sulphur) কহে।

গন্ধক দাহ্য পদার্থ; অগ্নিসংযুক্ত হইলে নীলবর্ণ শিখা বিস্তার করিয়া জ্বলিতে থাকে, এবং জ্বলিবার সময়ে বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া সল্‌ফর্‌ ডাই-অক্সাইড্‌ নামক তীব্রগন্ধযুক্ত শ্বাসরোধক গ্যাস্‌ উৎপাদন করে।

গন্ধক জলে অদ্রবণীয়; সুরা-সার এবং ঈথরে ইহা সামান্য পরিমাণে দ্রব হয়। কার্ব্বন্‌ ডাই-সল্‌ফাইড্‌ নামক উদ্বেয় তরল পদার্থে ইহা সহজেই দ্রব হইয়া থাকে।

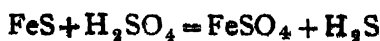
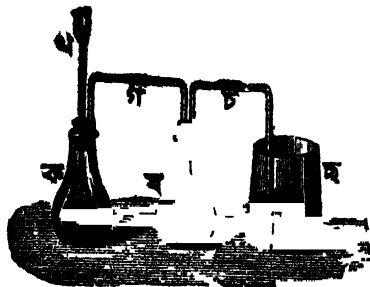
গন্ধক উত্তাপ সংযোগে বিভিন্ন ধাতুর সহিত মিলিত হইয়া ঐ সকল ধাতুর সল্‌ফাইড্‌ নামক যৌগিক প্রস্তুত করে। তাম্র বা লৌহের সহিত গন্ধককে একত্রে মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে উক্ত ধাতুদ্বয়ের কৃষ্ণবর্ণ সল্‌ফাইড্‌ প্রস্তুত হয়। খনিজ লৌহের সল্‌ফাইড্‌কে আয়রণ্‌ পাইরাইটীজ্‌ (Iron Pyrites, FeS_2) কহে।

হাইড্রোজেন্‌-যুক্ত গন্ধক যৌগিক।

গন্ধক হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া যে দুইটী যৌগিক প্রস্তুত করে, তন্মধ্যে সল্‌ফিউরেটেড্‌ হাইড্রোজেন্‌ প্রধান।

সল্‌ফিউরেটেড্‌ হাইড্রোজেন্‌ (H_2S)—অত্যধিক তাপ-মাত্রায় গন্ধকের সহিত হাইড্রোজেন্‌ একত্রিত হইলে উভয়ে মিলিত হইয়া এই গ্যাস্‌ উৎপাদন করে। কতিপয় খনিজ জল মধ্যে সল্‌ফিউরেটেড্‌ হাইড্রোজেন্‌ দ্রব হইয়া থাকে। গন্ধক-সংযুক্ত অর্গানিক্‌ পদার্থ (যেমন ডিম্ব ইত্যাদি) পচিলে অথবা উহাকে দগ্ধ করিলে এই গ্যাস উৎপন্ন হয়। এতদ্ব্যতীত আগ্নেয়-গিরি-উদ্গত গ্যাসের মধ্যেও ইহা অবস্থিতি করে।

প্রস্তুতকরণ প্রণালী—(১) যে কোন ধাতুর সল্‌ফাইডের সহিত জল-মিশ্রিত সল্‌ফিউরিক্‌ বা হাইড্রোক্লোরিক্‌ এসিড্‌ মিশ্রিত করিলে এই গ্যাস্‌ উৎপন্ন হয়। সচরাচর সল্‌ফাইড্‌ অব্‌ আয়রণ্‌ নামক যৌগিক হইতে এই গ্যাস্‌ প্রস্তুত হইয়া থাকে, যথা—

$$FeS + H_2SO_4 = FeSO_4 + H_2S$$

১২৫ পরীক্ষা।—একটী কাচকূপীর (৭১ চিত্র, ক) অভ্যন্তরে আয়রণ্ সল্ফাইড্ রাখিয়া ফনেল্-যুক্ত নল (খ) দ্বারা জল-মিশ্রিত সল্ফিউরিক্ এসিড্ তন্মধ্যে ঢালিয়া দাও; সল্-

৭১ চিত্র।

ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ নির্গত হইয়া একটী দ্বি-বক্র কাচনল (গ) দ্বারা জল পূর্ণ বোতলের (ঘ) মধ্যে নীত হইলে ধৌত হইয়া অপর একটী দ্বি-বক্র কাচনল (চ) দ্বারা জল পূর্ণ একটী বৃহৎ পাত্রের (ছ) মধ্যে প্রবেশ করতঃ জলে দ্রব হইয়া সল্ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেনের দ্রাবণ প্রস্তুত করিবে।

সল্ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ গ্যাসের আকারে সঞ্চয় করিতে হইলে উষ্ণ-জল-পূর্ণ নিম্নমুখ বোতলের মধ্যে প্রবেশ করাইতে হয়, কারণ শীতল জলে ইহা দ্রবণীয়।

(২) এন্টিমনি সল্ফাইডের সহিত হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ মিশ্রিত করিলে করিলে বিশুদ্ধ সল্ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ প্রাপ্ত হওয়া যায়।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—ইহা বর্ণহীন অদৃশ্য ও পচা ডিমের ন্যায় ভয়ানক দুর্গন্ধ-যুক্ত গ্যাস্; ডিম পচিলে এই দুর্গন্ধযুক্ত গ্যাস্ উৎপন্ন হয়। অধিক মাত্রায় নিশ্বাসের সহিত গৃহীত হইলে শরীরে বিষলক্ষণ প্রকাশ পায়। জলে ইহা সহজেই দ্রবণীয়।

সল্ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ বা উহার জল-মিশ্রিত দ্রাবণ লেবরে-টারিতে পরিচায়ক (Reagent) রূপে সর্ব্বদা ব্যবহৃত হইয়া থাকে। কতকগুলি ধাতুর যৌগিকের সহিত ইহা মিলিত হইলে ধাতুভেদে ভিন্ন ভিন্ন বর্ণের সল্ফাইড্ অধঃস্থ হয়, কিন্তু অপর কতিপয় ধাতুর যৌগিকের উপর ইহা কোন বাহ্যিক ক্রিয়া প্রদর্শন করে না। এইরূপে কতকগুলি ধাতুকে এই গ্যাস্ দ্বারা অপরাপর ধাতু হইতে পৃথক্ করা যায়, সুতরাং ধাতু-পরীক্ষার নিমিত্ত ইহা একটী অতীব প্রয়োজনীয় পরিচায়ক।

১২৬ পরীক্ষা :—সীস, পারদ, আর্সেনিক, এণ্টিমনি, টিন্, ক্যাড্‌মিয়ম্, লৌহ, জিঙ্ক ক্যাল্‌সিয়ম্ ও পোটাসিয়ম্ ধাতুর প্রত্যেকটির কোন যৌগিক জলে দ্রব করিয়া এক একটী টেষ্ট্ গ্লাসে পৃথক করিয়া রাখ, পরে সকল দ্রাবণেই অল্প পরিমাণে হাইড্রোক্লোরিক এসিড্ মিশ্রিত করিয়া সল্‌ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ যোগ কর। সীস্ ও পারদের কৃষ্ণবর্ণ, আর্সেনিক, টিন্ ও ক্যাড্‌মিয়মের হরিদ্রাবর্ণ এবং এণ্টিমনির কমলালেবু বর্ণের সল্‌ফাইড্ অধঃস্থ হইবে কিন্তু লৌহ, জিঙ্ক্, ক্যাল্‌সিয়ম্ বা পোটাসিয়মের যৌগিকে কোন পরিবর্ত্তন দৃষ্ট হইবে না। যদিও লৌহ, জিঙ্ক্ প্রভৃতি কতকগুলি ধাতুর যৌগিক হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ মিশ্রিত হইয়া সল্‌ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন সংযোগে কোন পদার্থ অধঃস্থ করে না, কিন্তু এই সকল ধাতুর যৌগিকে এমোনিয়া যোগ করিয়া পরে H_2S যোগ করিলে বিভিন্ন বর্ণের সল্‌ফাইড্ অধঃস্থ হয়। কিন্তু ক্যাল্‌সিয়ম, বেরিয়ম্, ষ্ট্রন্‌সিয়ম্, ম্যাগ্নেসিয়ম্, সোডিয়ম্ প্রভৃতি অপর কয়েকটী ধাতুর যৌগিকে হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ বা এমোনিয়া সংযুক্ত হইলেও H_2S সংযোগে কোন পদার্থ অধঃস্থ হয় না। এইরূপে H_2S সংযোগে ধাতুসমূহকে পরস্পর হইতে পৃথক করা যায়।

সল্‌ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ দাহ্য পদার্থ, দাহক নহে। জ্বলন্ত বাতি এই গ্যাসের দ্বারা পূর্ণ বোতলের মধ্যে নিমজ্জিত হইলে নির্ব্বাপিত হয়, কিন্তু বোতলের মুখে গ্যাস জ্বলিতে থাকে। জ্বলিবার সময় সল্‌ফর্ ডাই-অক্সাইড্ ও জল প্রস্তুত হয়।

পিত্তল ও রৌপ্য নির্ম্মিত সামগ্রী সল্‌ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ সংস্পর্শে শীঘ্র কৃষ্ণবর্ণ ধারণ করে। স্বর্ণের উপর এই গ্যাসের কোন ক্রিয়া নাই।

সল্‌ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেনের সহিত সল্‌ফর্ ডাই-অক্সাইড গ্যাস্ একত্রিত হইলে গন্ধক হরিদ্রাবর্ণের সূক্ষ্ম চূর্ণাকারে পৃথক হইয়া পড়ে।

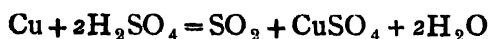
স্বরূপ নিরূপণ। লেড্ যৌগিকের দ্রাবণে সল্‌ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ যোগ করিলে কৃষ্ণবর্ণ লেড্ সল্‌ফাইড্ অধঃস্থ হয়।

অক্সিজেন্‌যুক্ত গন্ধক-যৌগিক।

গন্ধক ও অক্সিজেন্ মিলিত হইয়া সল্‌ফর্ ডাই-অক্সাইড্ (SO_2) এবং সল্‌ফর্ ট্রাই-অক্সাইড্ (SO_3) নামক দুইটী যৌগিক প্রস্তুত করে।

সল্‌ফর্ ডাই-অক্সাইড্ (Sulphur di-oxide, SO_2)—গন্ধক, বায়ু বা অক্সিজেন্ মধ্যে দগ্ধ হইলে এই গ্যাস্ উৎপন্ন হয়। আগ্নেয় গিরির গহ্বর হইতে এই গ্যাস্ প্রচুর পরিমাণে উদ্গত হয়। আয়রণ পাইরাইটিস্ নামক গন্ধক-ঘটিত লৌহের যৌগিক দগ্ধ হইলেও এই গ্যাস্ উৎপন্ন হইয়া থাকে।

প্রস্তুতকরণ প্রণালী।—(১) সচরাচর তাম্রপাত ও উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ একত্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ দ্বারা এই গ্যাস্ উৎপাদন করা যায়—

$$Cu + 2H_2SO_4 = SO_2 + CuSO_4 + 2H_2O$$

(২) যে কোন হাইপোসল্‌ফাইট্ বা সল্‌ফাইটের দ্রাবণে হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ যোগ করিলে এই গ্যাস্ উৎপন্ন হয়।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—সল্‌ফর্ ডাই-অক্সাইড্ গ্যাস্ অদৃশ্য, বর্ণহীন ও উগ্র গন্ধযুক্ত; ইহা জলে অতি সহজেই দ্রবণীয় এবং ক্লোরিণের ন্যায় উদ্ভিজ্জবর্ণ-নাশক। পশম ও রেশম নির্ম্মিত বস্ত্রাদি ক্লোরিণ্ গ্যাসের সংস্পর্শে নষ্ট হইয়া যায় বলিয়া ক্লোরিণের পরিবর্ত্তে সল্‌ফর্ ডাই-অক্সাইড্ উহাদিগকে বর্ণহীন (Bleach) করিবার নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়। ইহা পচন-নিবারক (Antiseptic); মাংস প্রভৃতি খাদ্য দ্রব্য এই গ্যাস্ বা ইহার দ্রাবণ মধ্যে রক্ষিত হইলে শীঘ্র পচিয়া নষ্ট হইয়া যায় না। দ্রাক্ষা প্রভৃতি ফলের রস সহজেই গাঁজিয়া উঠে, কিন্তু এই দ্রাবক মিশ্রিত লইলে উহাদিগের গাঁজন নিবারিত হয়। ইহা দাহক বা দাহ্য গ্যাস্ নহে।

এই গ্যাস্ সংক্রামক রোগগ্রস্থ ব্যক্তির গৃহ ও আসবাবাদি শোধিত করিবার জন্য (Disinfectant) ব্যবহৃত হয়। এই উদ্দেশ্য সাধনের জন্য গৃহের দরজা জানালা বন্ধ করিয়া ভিতরে গন্ধক জালান হয়।

এই গ্যাস্ জল-মিশ্রিত হইলে সল্‌ফিউরস্ এসিড্ (Sulphuious Acid) নামক দ্রাবক প্রস্তুত হয়; ইহা বেসের সহিত মিলিত হইয়া সল্‌ফাইট্ (Sulphite) নামক যৌগিক উৎপাদন করে। গাঁজন নিবারণের নিমিত্ত অনেক সময়ে সল্‌ফিউরস্ এসিডের পরিবর্ত্তে সোডিয়ম্ সল্‌ফাইট্ ব্যবহৃত হয়। যে কোন সল্‌ফাইটের সহিত হাইড্রোক্লোরিক্ বা সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ যোগ করিলে উগ্রগন্ধযুক্ত সল্‌ফর্ ডাই-অক্সাইড্ গ্যাস্ নির্গত হয়; ইহা সল্‌ফাইট্ যৌগিকের একটী পরীক্ষা। সল্‌ফাইটের দ্রাবণে বেগুনীবর্ণের পার্ম্যাঙ্গানেট্ অফ্ পটাশের দ্রাবণ যোগ করিয়া উহাতে কয়েক বিন্দু সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ যোগ করিলে দ্রাবণটী বর্ণহীন হইয়া যায়।

—১০°C তাপ-মাত্রায় সল্‌ফর্ ডাই-অক্সাইড্ তরলাকার ধারণ করে ; কিন্তু অত্যধিক চাপ সংযোগে সহজ তাপ-মাত্রাতেও ইহা তরলাবস্থা প্রাপ্ত হয়। চাপের আধিক্য ও অত্যধিক শৈত্য-সংযুক্ত হইলে ইহা কঠিন আকারে পরিণত হয়। তরল সল্‌ফর্ ডাই-অক্সাইড্ অনাবৃত অবস্থায় থাকিলে অতি শীঘ্র গ্যাসের আকারে উড়িয়া যায় ; এরূপে এত শৈত্য উৎপাদিত হয় যে উহার সহিত জল মিশ্রিত থাকিলে তাহা বরফ হইয়া জমিয়া যায়।

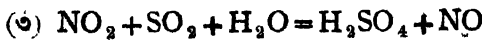
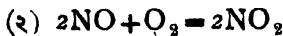
সল্‌ফর্ ডাই-অক্সাইড্ গ্যাস্ প্রধানতঃ সল্‌ফিউরিক এসিড্ প্রস্তুত করিবার নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়।

সল্‌ফর্ ট্রাই-অক্সাইড্ (Sulphur tri-oxide, SO_3)—সল্‌ফর্ ডাই-অক্সাইড্ সহজে অক্সিজেনের সহিত মিলিত হয় না, কিন্তু এই গ্যাস্ ও অক্সিজেন্ একত্রে লোহিতোত্তপ্ত প্ল্যাটিনম্ ধাতু-চূর্ণের (Spongy Platinum) মধ্য দিয়া প্রবাহিত হইলে উভয়ে মিলিত হইয়া সল্‌ফর্ ট্রাই-অক্সাইড্ প্রস্তুত করে এবং শীতল হইলে উহা শ্বেতবর্ণ চিক্কণ সূচিকার আকারে দানা বাঁধে। ইহা জলের সহিত মিশ্রিত হইলে সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ প্রস্তুত হয় ; যথা—$SO_3 + H_2O = H_2SO_4$

সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ (Sulphuric acid, H_2SO_4)—যদিও সল্‌ফর্ ডাই-অক্সাইড্ সহজে অক্সিজেনের সহিত মিলিত হয় না, তথাপি জল ও নাইট্রিক্ এসিডের সহিত এই গ্যাস্ একত্রিত হইলে উহা নাইট্রিক্ এসিড্ হইতে অক্সিজেন্ গ্রহণ করিয়া সল্‌ফর-ট্রাই অক্সাইডে পরিণত হয় এবং পরে জলের সহিত মিশ্রিত হইয়া সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ প্রস্তুত করে, যথা—

(১) $3SO_2 + 2H_2O + 2HNO_3 = 3H_2SO_4 + 2NO$

(২) $2NO + O_2 = 2NO_2$

(৩) $NO_2 + SO_2 + H_2O = H_2SO_4 + NO$

এস্থলে ১ম প্রতিক্রিয়ায় দেখা যাইতেছে যে, সল্‌ফিউরিক্ এসিডের সঙ্গে সঙ্গে নাইট্রোজেন্ ডাই-অক্সাইড্ (NO) গ্যাস্ উৎপন্ন হইয়াছে। এই গ্যাসের ধর্ম্ম এই যে ইহা বায়ু-মিশ্রিত হইলে বায়ু হইতে অক্সিজেন্ গ্রহণ করিয়া নাইট্রোজেন্ টেট্রক্সাইডে (NO_2) পরিণত হয় এবং সল্‌ফর্ ডাই-অক্সাইডের সহিত উহা পুনশ্চ মিলিত হইয়া (৩য় প্রতিক্রিয়া) অক্সিজেন্ প্রদান দ্বারা

উহাকে সল্ফর্ ট্রাই-অক্সাইডে পরিবর্ত্তিত করে; সল্ফর্ ট্রাই-অক্সাইড্ জলের সহিত পুনরায় মিশ্রিত হইয়া সল্ফিউরিক্ এসিডে পরিণত হয়। এইজন্য যে পাত্র মধ্যে সল্ফিউরিক্ এসিড্ প্রস্তুত হয়, তন্মধ্যে বায়ু প্রবেশ করিবার ব্যবস্থা থাকে। এইরূপে একই পরিমাণ নাইট্রিক্ এসিড্ হইতে সল্ফর্ ডাই-অক্সাইড্ সংযোগে অধিক পরিমাণ সল্ফিউরিক্ এসিড্ প্রস্তুত করা যাইতে পারে।

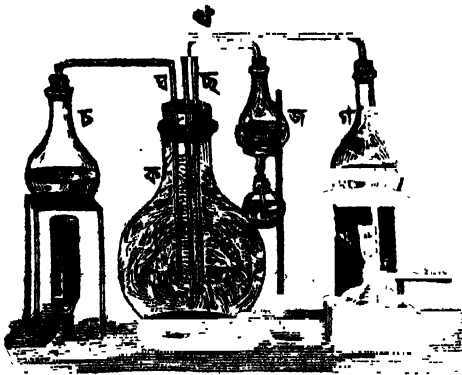
সল্ফিউরিক্ এসিড্ শিল্পকার্য্যে বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয়; এই উদ্দেশ্যে যে প্রণালীমতে এই দ্রাবক প্রচুর পরিমাণে প্রস্তুত হইয়া থাকে, তাহা নিম্নে বর্ণিত হইল।

প্রস্তুতকরণ প্রণালী।—আয়রণ্ পাইরাইটীজ্ (FeS_2) নামক লৌহ ও গন্ধক মিশ্রিত খনিজ-পদার্থ লৌহনির্ম্মিত রুদ্ধপাত্রে দগ্ধ করিয়া সল্ফর্ ডাই-অক্সাইড্ গ্যাস্ প্রস্তুত করা হয়। এই গ্যাস্ সীসের পাত দ্বারা আবৃত একটী বৃহৎ গৃহ মধ্যে নলসংযোগে নীত হয়। পোটাসিয়ম্ নাইট্রেট্ ও উগ্র সল্ফিউ-রিক্ এসিড্ অপর পাত্রে একত্রে মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে নাই-ট্রিক্ এসিড্ বাষ্পাকারে নির্গত হয়; ইহাও ঐ সীসাবৃত গৃহমধ্যে নলসংযোগে আনীত হইয়া থাকে। আর একটী পাত্রে জল ফুটাইয়া জল-বাষ্পও নল দ্বারা উক্ত গৃহ মধ্যে প্রবেশ করাইতে হয় এবং সল্ফর্ ডাই-অক্সাইড্ গ্যাসের সঙ্গে সঙ্গে বায়ু-প্রবাহও উক্ত গৃহ মধ্যে প্রবেশ করান হয়। সীসাবৃত গৃহে পূর্ব্বোক্ত প্রতিক্রিয়া অনুসারে উপরোক্ত পদার্থ সমূহের মধ্যে রাসায়নিক সম্মিলন উপস্থিত হইয়া সল্ফিউরিক্ এসিড্ প্রস্তুত হয় এবং গৃহের তলদেশে জল-মিশ্রিত হইয়া সঞ্চিত হয়। গৃহমধ্যে সল্ফর্ ডাই-অক্সাইড্ নাইট্রিক্ এসিডের বাষ্প হইতে অক্সি-জেন্ গ্রহণ করিয়া সল্ফর্ ট্রাই-অক্সাইডে পরিণত হয় এবং নাইট্রিক্ এসিডের বাষ্পকে নাইট্রোজেন্ ডাই-অক্সাইডে পরিবর্ত্তিত করে। সল্ফর্ ট্রাই-অক্সাইড্ জল-বাষ্পের সহিত মিলিত হইয়া সল্ফিউরিক্ এসিড্ প্রস্তুত করে। নাইট্রোজেন্ ডাই-অক্সাইড্ বায়ু হইতে পুনরায় অক্সিজেন্ গ্রহণ করিয়া নাইট্রোজেন্ টেট্রক্সাইডে পরিণত হয় এবং উহা অক্সিজেন্ প্রদান করিয়া সল্ফর্ ডাই-অক্সাইড্‌কে পুনরায় সল্ফিউরিক্ এসিডে পরিণত করে। সীসাবৃত গৃহমধ্যে এইরূপে ক্রমাগত সল্ফিউরিক্ এসিড্ প্রস্তুত হইয়া তলদেশে সঞ্চিত হয়।

জলবাষ্পের পরিমাণ কম হইলে সল্‌ফর্ ডাই-অক্সাইড্ প্রথমতঃ নাইট্রিক্ এসিডের সহিত মিলিত হইয়া সীসাবৃত গৃহের দেওয়ালে দানার আকারে অবস্থিত হয়; এই দানাযুক্ত পদার্থকে ইংরাজীতে চেম্বার্ ক্রিষ্টাল্‌স্ (Chamber Crystals) কহে। ইহা জল-বাষ্পের সহিত মিশ্রিত হইলে সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ ও নাইট্রোজেন্ ডাই-অক্সাইড্ গ্যাস্ প্রস্তুত হয়।

এই প্রণালীতে যেরূপে সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ ও নাইট্রোজেন্ ডাই-অক্সাইড্ প্রস্তুত হইয়া থাকে, ৭২ চিত্র দেখিলে তাহা সহজে বোধগম্য হইবে।

১২৭ পরীক্ষা।—(৭২ চিত্র, ক) একটী বৃহৎ কাচকুপী; ৪টী ছিদ্রযুক্ত একটী ছিপিদ্বারা উহার মুখ বন্ধ। তিনটী অপেক্ষাকৃত ক্ষুদ্রায়তন কাচকুপী (গ, চ, জ) তিনটী কাচের বক্র-নল খ, ঘ, ছ দ্বারা উহার সহিত সংযুক্ত; ছিপির ৪র্থ ছিদ্র উন্মুক্ত থাকে, তন্মধ্য দিয়া কুপীর মধ্যে বায়ু প্রবেশ করিতে পারে। এই বৃহৎ কাচ কুপীটী (ক) পূর্ব্বোক্ত সীসাবৃত গৃহ বলিয়া মনে করিতে হইবে।

(গ) কাচকুপীতে তাম্র ও উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিড্, (চ) তে পোটাসিয়ম্ নাইট্রেট্ ও উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ এবং তৃতীয়টীর (জ) মধ্যে জল রাখিয়া তিনটীতেই উত্তাপ প্রয়োগ করিলে প্রথমটী হইতে সল্‌ফিউরস্ এসিড্ গ্যাস্, দ্বিতীয়টী হইতে নাইট্রিক্ এসিডের বাষ্প, এবং তৃতীয়টী হইতে জল-বাষ্প বৃহৎ কাচকুপী (ক) মধ্যে প্রবেশ করিবে এবং তথায় একত্রে মিলিত হইয়া সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ উৎপাদন করিবে।

৭২ চিত্র।

সীসাবৃত গৃহমধ্যে সঞ্চিত সল্‌ফিউরিক্ এসিডের সহিত জল অধিক পরিমাণে মিশ্রিত থাকে বলিয়া প্রথমতঃ উহাকে সীস-নির্ম্মিত কটাহে অগ্নির উত্তাপে

অপেক্ষাকৃত ঘন করিয়া লইতে হয়, পরে প্ল্যাটিনম্ বা কাচ পাত্রে উহাকে উত্তাপ সংযোগে অধিকতর ঘন করিয়া লইলে উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ প্রস্তুত হয়। ইহা সম্পূর্ণ বিশুদ্ধ নহে; ইহার সহিত কিয়ৎপরিমাণ অর্গানিক্ পদার্থ মিশ্রিত থাকে বলিয়া ঈষৎ হরিদ্রাবর্ণ দেখায়। এতদ্ব্যতীত সীস, লৌহ, আর্সেনিক্ প্রভৃতি অপর কয়েকটী পদার্থও অল্প পরিমাণে ইহার সহিত মিশ্রিত থাকে; উত্তাপ সংযোগে চোলাই করিয়া সেই সকল পদার্থ পৃথক্ করিয়া লইলে বিশুদ্ধ সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ প্রস্তুত হয়।

অপেক্ষাকৃত উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ সীস-নির্ম্মিত পাত্রে ঘন করিতে পারা যায় না, কারণ উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিডে সীস দ্রব হয়। যদি উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিডে সীস দ্রব থাকে, তাহা হইলে উহাতে জল যোগ করিলে শ্বেতবর্ণ লেড্ সল্‌ফেট্ অধঃস্থ হইয়া উহা বিশুদ্ধ হয়।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—বিশুদ্ধ উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ বর্ণ ও গন্ধবিহীন এবং তৈলের ন্যায় গাঢ় পদার্থ। ইহা জল অপেক্ষা ১৪/৫ গুণ ভারী সুতরাং জল-পূর্ণ পাত্রে অল্পে অল্পে ঢালিলে জলের নীচে স্থিত হয়। জলের সহিত ইহার প্রবল রাসায়নিক আকর্ষণী শক্তি আছে; উভয়ে একত্রিত হইলে এত অধিক উত্তাপ উৎপাদন করিয়া মিলিত হয় যে, পাত্রটী কাচ নির্ম্মিত হইলে তাপের আধিক্যে ভাঙ্গিয়া যাইবার এবং দ্রাবণ ছিট্‌কাইয়া গাত্র ও বস্ত্রাদিতে পড়িবার সম্ভাবনা। একারণ এই এসিডের সহিত জল সাবধানে মিশ্রিত করা উচিৎ। প্রথমতঃ সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ কোন কাচ পাত্রে রাখিয়া উহার উপর অল্পে অল্পে জল ঢালিয়া কাচদণ্ড দ্বারা আলোড়ন করিলে উভয়ে সহজে মিলিত হয়।

জলের সহিত এই দ্রাবকের এরূপ প্রবল আকর্ষণী শক্তি আছে বলিয়া ইহা অনাবৃত অবস্থায় থাকিলে বায়ুস্থিত জল-বাষ্পকে শোষণ করে। ডেসিকেটর্ (Dessicator) নামক যে যন্ত্র আর্দ্র বস্তুকে উত্তাপ ব্যতীত শুষ্ক করিবার নিমিত্ত লেবরেটারিতে ব্যবহৃত হয়, তাহার মধ্যে উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ থাকিয়া জল-শোষকের কার্য্য করে।

কোন অর্গানিক্ পদার্থ উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিডের সহিত একত্রিত হইলে কৃষ্ণবর্ণ ধারণ করে। অধিকাংশ অর্গানিক্ পদার্থ কার্ব্বন্, অক্সিজেন্ ও হাইড্রোজেনের মিলনে উৎপন্ন। জলের সহিত প্রবল আকর্ষণী শক্তি হেতু

সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ অর্গানিক্ পদার্থ হইতে অক্সিজেন্ ও হাইড্রোজেন্‌কে জলের আকারে টানিয়া লয়; সুতরাং কার্ব্বন্ মাত্র অবশিষ্ট থাকে বলিয়া পদার্থটী কৃষ্ণবর্ণ ধারণ করে। উত্তাপ সংযোগে এই পরিবর্ত্তন শীঘ্র সংঘটিত হইয়া থাকে।

১২৮ পরীক্ষা।—একটী পোর্সিলেন্ পাত্রে চিনি রাখিয়া উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ যোগ করিলে চিনি শীঘ্র কৃষ্ণবর্ণ হইয়া যায় এবং অত্যন্ত উত্তাপ উদ্ভূত হইয়া ধূম নির্গত হইতে থাকে।

সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ জল-মিশ্রিত হইলে অর্গানিক্ পদার্থের উপর এরূপ প্রতি-ক্রিয়া প্রদর্শন করে না, কিন্তু উহাতে উত্তাপ প্রয়োগ করিলে অর্গানিক্ পদার্থ শীঘ্র কৃষ্ণবর্ণ ধারণ করে। ইহার কারণ এই যে উত্তাপ সংযোগে জল-মিশ্রিত দ্রাবকের জলীয়ভাগ অপসৃত হইয়া যায়, সুতরাং উহা উগ্র দ্রাবকে পরিণত হইয়া অর্গানিক্ পদার্থকে কৃষ্ণবর্ণ করে।

১২৯ পরীক্ষা।—একখণ্ড বস্ত্র বা কাগজের উপর জল-মিশ্রিত সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ দ্বারা রেখাপাত করিয়া ঈষৎ উত্তপ্ত করিলে দ্রাবকাঙ্কিত স্থানগুলি কৃষ্ণবর্ণ হইয়া যায় এবং ঐ স্থানের বস্ত্র বা কাগজ ক্ষয়প্রাপ্ত হয়।

বেসের সহিত সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ মিলিত হইয়া যে যৌগিক প্রস্তুত করে, তাহাকে সল্‌ফেট্ (Sulphate) কহে। কতকগুলি সল্‌ফেট্ জলে সহজেই দ্রবণীয়, যথা এমোনিয়ম্ সল্‌ফেট্, জিঙ্ক্ সল্‌ফেট্, কপার্ সল্‌ফেট্ ইত্যাদি। অপর কতকগুলি সল্‌ফেট্ জলে অদ্রবণীয়, যেমন—বেরিয়ম্ সল্‌ফেট্, লেড্ সল্‌ফেট্ ইত্যাদি। অদ্রবণীয় সল্‌ফেট্‌দিগের মধ্যে বেরিয়ম্ সল্‌ফেট্ যে শুদ্ধ জলে অদ্রবণীয় তাহা নহে, ইহা হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ প্রভৃতি দ্রাবক সংযোগেও দ্রব হয় না; এজন্য বেরিয়ম্ ধাতুর যৌগিক জলে দ্রব করিয়া সল্‌ফিউরিক্ এসিডের স্বরূপ নিরূপণের (Test) নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়। দস্তা বা লৌহের সহিত জলমিশ্রিত সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ একত্রিত হইলে হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ উৎপন্ন হয় এবং উক্ত ধাতুদ্বয়ের সল্‌ফেট্ নামক লবণ প্রস্তুত হয়।

সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ বিবিধ শিল্পকার্য্যে বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। কার্ব্বনেট্ অব্ সোডা, হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্, নাইট্রিক্ এসিড্, ক্লোরিণ্, ব্রোমিন্, আইওডিন্ প্রভৃতি পদার্থ সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ সাহায্যে উৎপন্ন হয়। পেট্রোলিয়ম্ বিশুদ্ধ করিবার জন্য ও কৃত্রিম সার প্রস্তুত করিবার নিমিত্ত সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

স্বরূপ নিরূপণ।—১। বেরিয়ম্ ক্লোরাইড্ সংযোগে শ্বেতবর্ণ বেরিয়ম্ সল্ফেট্ অধঃস্থ হয়, ইহা হাইড্রোক্লোরিক্ এসিডে অদ্রবণীয়।

২। সীস-যৌগিকের জল-মিশ্রিত দ্রাবণ সংযোগে শ্বেতবর্ণ লেড্ সল্ফেট্ অধঃস্থ হয়

৩। যে কোন অর্গানিক্ পদার্থ উগ্র সল্ফিউরিক্ এসিডের সহিত একত্রিত হইলে কৃষ্ণবর্ণ ধারণ করে; দ্রাবক জল-মিশ্রিত হইলে এই প্রক্রিয়ার উত্তাপ প্রয়োগের আবশ্যক হয়।

কার্ব্বন্-যুক্ত গন্ধক-যৌগিক।

কার্ব্বন্ ডাই-সল্ফাইড্ (Carbon di-sulphide, CS_2)—লৌহ-নির্ম্মিত পাত্রে কয়লা লোহিতোত্তপ্ত করতঃ তন্মধ্যে দ্রবীভূত গন্ধক অল্পে অল্পে ঢালিয়া দিলে উভয়ে মিলিত হইয়া কার্ব্বন্ ডাই-সল্ফাইড্ প্রস্তুত করে। ইহা বর্ণহীন, দুর্গন্ধযুক্ত, উদ্বেয়, তরল পদার্থ; অনাবৃত অবস্থায় থাকিলে অতি শীঘ্র উড়িয়া যায় ও সমধিক শৈত্য উৎপাদন করে। গন্ধক, ফস্ফরস্, আইওডিন্, রবর্, তৈল, চর্ব্বি প্রভৃতি পদার্থ কার্ব্বন্ ডাই-সল্ফাইডে সহজেই দ্রব হয়; এজন্য এই পদার্থ শিল্প-কার্য্যে সর্ব্বদা ব্যবহৃত হয়।

আলোক সংযোগে ইহা নীলবর্ণ শিখা বিস্তার করিয়া জ্বলিতে থাকে। জ্বলিবার সময়ে কার্ব্বন্ ডাই-অক্সাইড্ ও সল্ফর্ ডাই-অক্সাইড্ গ্যাস্ উৎপন্ন হয়।

সিলিনিয়ম্ (Selenium)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন Se; পারমাণবিক গুরুত্ব ৭৯'২।

এই মূল পদার্থ ও টেলিউরিয়ম্ গন্ধক-শ্রেণীভুক্ত। ইহা প্রকৃতি-মণ্ডলে যুক্ত ও অসংযুক্ত উভয়বিধ অবস্থাতেই প্রাপ্ত হওয়া যায়। ইহা গন্ধকের সহিত মিলিত হইয়া কতিপয় খনিজ যৌগিকের মধ্যে অবস্থিতি করে।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—সিলিনিয়ম্ চূর্ণ দেখিতে লোহিতাভ বা কৃষ্ণাভ-ধূসর বর্ণ; ইহা দানার আকারেও প্রাপ্ত হওয়া যায়। ধর্ম্মসম্বন্ধে গন্ধকের সহিত ইহার সৌসাদৃশ্য লক্ষিত হয়। গন্ধকের ন্যায় ইহাও উজ্জ্বল নীলবর্ণ শিখা ধারণ করিয়া জ্বলিতে থাকে। দহনকালে গন্ধকের ন্যায় বায়ু-স্থিত অক্সিজেনের

সহিত মিলিত হইয়া সিলিনিয়ম্ ডাই-অক্সাইড্ (SeO_2) নামক বায়বীয় যৌগিক প্রস্তুত করে। সিলিনিয়ম্ ডাই-অক্সাইড্ জলের সহিত মিশ্রিত হইলে সিলিনিয়স্ এসিড্ উৎপন্ন হয়; ইহা সল্ফিউরস্ এসিডের অনুরূপ যৌগিক।

সিলিনিয়ম্ হইতে সিলিনিয়স এসিড্ ব্যতীত সিলিনিক্ এসিড্ নামক আর একটী দ্রাবক উৎপন্ন হয়। ইহা সল্ফিউরিক্ এসিডের অনুরূপ যৌগিক। সিলিনিক্ এসিডে স্বর্ণ দ্রব হয়।

গন্ধকের ন্যায় সিলিনিয়ম্ হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া সিলিনিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ (H_2Se) নামক গ্যাস্ প্রস্তুত করে। এই গ্যাস্ বর্ণহীন, সহজ দাহ্য ও দুর্গন্ধযুক্ত। সল্ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেনের সহিত ইহার অনেক সাদৃশ্য লক্ষিত হয়।

টেলিউরিয়ম্ (Tellurium)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন Te ; পারমাণবিক গুরুত্ব ১২৭'৫।

টেলিউরিয়ম্ অতি দুষ্প্রাপ্য পদার্থ। ধাতুর সহিত অনেকাংশে ইহার সাদৃশ্য থাকিলেও ইহার রাসায়নিক ধর্ম্ম গন্ধক ও সিলিনিয়মের অনুরূপ, এজন্য ইহা ধাতুশ্রেণীভুক্ত না হইয়া গন্ধক ও সিলিনিয়মের সহিত অধাতু মূল-পদার্থ মধ্যে পরিগণিত হয়। এই পদার্থ স্বর্ণ ও অপর কতকগুলি ধাতুর সহিত মিশ্রিত হইয়া খনির মধ্যে অবস্থিতি করে। ইহা দেখিতে রৌপ্যের ন্যায় শুভ্রবর্ণ। গন্ধক ও সিলিনিয়মের ন্যায় ইহাও নীলাভ-হরিদ্বর্ণ শিখা বিস্তার পূর্ব্বক জ্বলিয়া থাকে; এইরূপে দগ্ধ হইলে টেলিউরিয়ম্ ডাই-অক্সাইড্ (TeO_2) নামক অক্সিজেন্-মিলিত টেলিউরিয়মের যৌগিক প্রস্তুত হয়। এতদ্ব্যতীত গন্ধক ও সিলিনিয়ম্ যৌগিকের অনুরূপ টেলিউরিক্ এসিড্ এবং টেলিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ নামক টেলিউরিয়মের অপর দুইটী যৌগিক আছে।

নবম পরিচ্ছেদ।

——:•:——

বোরণ্ (Boron)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন B ; পারমাণবিক গুরুত্ব ১০·৯।

বোরণ্ অসংযুক্তাবস্থায় প্রকৃতি মধ্যে প্রাপ্ত হওয়া যায় না। টস্কানি, কালিফর্ণিয়া প্রভৃতি যে সকল প্রদেশে আগ্নেয়-গিরি আছে, তথায় বোরণের যৌগিক যথেষ্ট পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়।

প্রস্তুতকরণ প্রণালী।—বোরণ্ ট্রাই-অক্সাইডের সহিত সোডিয়ম্ ধাতু মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে বোরণ্ পৃথক হইয়া পড়ে।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—বোরণ্ দেখিতে ধূসরবর্ণ; ইহা সমধিক তাপ সংযোগে জ্বলিতে থাকে এবং অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া বোরণ্ ট্রাই-অক্সাইড্ উৎপাদন করে। বোরণ্ অতিশয় কঠিন পদার্থ. কাচের উপর টানিলে দাগ পড়ে।

বোরণ্ ট্রাই-অক্সাইড্ (B_2O_3)—বোরণ্ অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া এই যৌগিক প্রস্তুত করে। ইহা জলের সহিত মিলিত হইলে বোরিক্ বা বোরাসিক্ এসিড্ প্রস্তুত হয়।

বোরিক্ এসিড্ (HBO_3)—ইহা উষ্ণ জল-বাষ্পের সহিত মিশ্রিত হইয়া টস্কানি দেশের ভূমি হইতে স্থানে স্থানে নির্গত হইয়া থাকে; উহা শীতল হইলে বোরিক্ এসিডের ক্ষীণ দ্রাবণ প্রস্তুত হয়। এই ক্ষীণ দ্রাবণকে তাপ সংযোগে ঘন করিলে বোরিক্ এসিড্ দানার আকারে পৃথক্ হইয়া পড়ে. পরে পরিষ্কৃত হইয়া বিক্রয়ার্থ ভিন্ন ভিন্ন দেশে নীত হয়। ইহা সোডিয়ম্ ধাতুর সহিত মিলিত হইয়া সোহাগা (Borax) রূপে তিব্বত প্রভৃতি নানা স্থানে ভূ-গর্ভ মধ্যে যথেষ্ট পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়।

বোরিক্ বা বোরাসিক্ এসিড্ আঁইসের আকারের দানাবিশিষ্ট এবং মুক্তার ন্যায় চিক্কণ। অঙ্গুলি দ্বারা পেষণ করিলে মোমবাতির ন্যায় মসৃণ বোধ হয়।

ইহা শীতল অপেক্ষা উষ্ণ জলে অধিক পরিমাণে দ্রবণীয় এবং আস্বাদনে ঈষদম্ল। হরিদ্রা-লিপ্ত কাগজ (Turmeric paper) ইহার সংস্পর্শে পাটলবর্ণ (Brown) ধারণ করে। ইহা শোধিত সুরায় দ্রব হয়; সুরা-সার-মিশ্রিত বোরাসিক্ এসিডের দ্রাবণ জ্বালাইলে শিখার প্রান্তভাগ সবুজবর্ণে রঞ্জিত হয়।

সোহাগা (Borax)—ক্যাল্সিয়ম্ বোরেটের অথবা বোরাসিক্ এসিডের উষ্ণ দ্রাবণে কার্ব্বনেট্ অফ্ সোডা যোগ করিলে সোহাগা (Biborate of Soda, $Na_2B_4O_7$) প্রস্তুত হয়। ইহা বর্ণহীন ও স্ফটিকাকার এবং ঈষৎ ক্ষার-প্রতিক্রিয়া-সম্পন্ন। দহন কালে প্রথমতঃ দ্রব হইয়া স্ফীত হয়; ইহাকে "সোহাগার খই" কহে। পরে অধিকতর তাপ সংযোগে সঙ্কুচিত হইয়া কাচের ন্যায় স্বচ্ছ হইয়া বর্ত্তুলাকার ধারণ করে, ইহাকে সোহাগার বর্ত্তুল (Borax bead) কহে। কতকগুলি ধাতুর অক্সাইড্ এই বর্ত্তুলের সহিত মিশ্রিত হইয়া উত্তপ্ত হইলে উহারা সোহাগার সহিত মিলিত হইয়া ধাতুভেদে বিভিন্ন বর্ণে রঞ্জিত বর্ত্তুলাকারের স্বচ্ছ পদার্থ প্রস্তুত করে। প্ল্যাটিনম তারের অগ্রভাগে সোহাগাকে দ্রবীভূত করিয়া এই প্রক্রিয়া দ্বারা ভিন্ন ভিন্ন ধাতুর স্বরূপ নিরূপণ হইয়া থাকে।

সোহাগার সহিত উগ্র সল্ফিউরিক্ এসিড্ ও শোধিত সুরা মিশ্রিত করিয়া দীপালোক সংযোগ করিলে যে শিখা উৎপন্ন হয়, তাহার পার্শ্বদেশ সবুজবর্ণে রঞ্জিত থাকে। এই পরীক্ষা দ্বারা বোরিক্ এসিড্ এবং সোহাগার অস্তিত্ব নিরূপিত হয়।

বোরাক্স্ এবং বোরাসিক্ এসিড্ ঔষধার্থে ব্যবহৃত হয়। বোরাসিক্ এসিড্ একটী পচন নিবারক পদার্থ। খাদ্য দ্রব্যের পচন নিবারণার্থ এবং অস্ত্র-চিকিৎসায় পচন নিবারক ঔষধরূপে ইহা ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

সিলিকন্ (Silicon)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন Si ; পারমাণবিক গুরুত্ব ২৮·১।

এই অধাতু-পদার্থ অসংযুক্ত অবস্থায় থাকিতে দেখা যায় না। ইহা অক্সি-জেনের সহিত মিলিত হইয়া সিলিকা (বালুকা) রূপে পৃথিবীর সর্ব্বত্রই প্রচুর পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়। এতদ্ব্যতীত ইহা কোয়ার্ট্জ্ (Quartz), এমিথিষ্ট্

(Amethyst) প্রভৃতি স্ফটিকাকার খনিজ-পদার্থ এবং অধিকাংশ প্রস্তরের উপাদান। তুলা-দণ্ড নির্ম্মাণে যে এগেট্ (Agate) প্রস্তর ব্যবহৃত হয়, তাহাও সিলিকার রূপান্তর মাত্র। চকমকি প্রস্তর (Flint) ইহার ভিন্নরূপ ব্যতীত আর কিছুই নহে।

প্রস্তুতকরণ প্রণালী।—পোটাসিয়ম্ সিলিকো-ফ্লুওরাইডের সহিত পোটাসিয়ম্ ধাতু মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে সিলিকন্ পৃথক্ হইয়া পড়ে।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—ইহা স্ফটিকাকার ও দানাবিহীন, এই উভয়বিধ আকারেই অবস্থিতি করে। ইহা দেখিতে ধূসরবর্ণ। বায়ু বা অক্সিজেন্ মধ্যে সমধিক উত্তপ্ত হইলে জ্বলিতে থাকে এবং অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া সিলিকন্ ডাইঅক্সাইড্ (Silicon dioixde, SiO_2) নামক যৌগিক প্রস্তুত করে; ইহার ইহার অপর নাম সিলিকা। বালুকা সিলিকার রূপান্তর মাত্র।

সিলিকেট্ যৌগিক (Silicates)—সিলিকা নামক সিলিকনের অক্সিজেন্-মিশ্রিত যৌগিক বেসের (ধাতব অক্সাইড্ বা হাইড্রক্সাইড্) সহিত মিলিত হইয়া সমধিক উত্তপ্ত হইলে সিলিকেট্ যৌগিক প্রস্তুত করে। এই সিলিকেট্দিগের মধ্যে সোডিয়ম্ ও পোটাসিয়ম্ ধাতুর সিলিকেট্ জলে দ্রবণীয় এবং কাচের ন্যায় স্বচ্ছ; এজন্য এই দুইটী সিলিকেট্ দ্রবণীয় কাচ (Soluble glass) নামে অভিহিত। ইহাদিগের জল-মিশ্রিত দ্রাবণে হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ যোগ করিলে শ্বেতবর্ণ আঠাল সিলিসিক্ এসিড্ অধঃস্থ হয় এবং সোডিয়ম্ ক্লোরাইড্ ও হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ জলে দ্রব হইয়া থাকে।

ডায়ালিসিস্ (Dialysis)।—অতি পাতলা পার্চমেণ্ট্ নির্ম্মিত পাত্রের মধ্যে উপরোক্ত মিশ্র-পদার্থ রাখিয়া উহা জলপূর্ণ অপর একটী পাত্রের উপর ভাসাইয়া দিলে সিলিসিক্ এসিড্ পার্চমেণ্ট্ নির্ম্মিত পাত্রে অবস্থিতি করে কিন্তু হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ ও সোডিয়ম্ ক্লোরাইডের দ্রাবণ পার্চমেণ্টের মধ্য দিয়া নির্গত হইয়া জলের সহিত মিশ্রিত হয়। এইরূপে সিলিসিক্ এসিডের ন্যায় কতকগুলি আঠাল (Gelatinous) পদার্থকে সোডিয়ম্ ক্লোরাইড্ প্রভৃতি দানাবিশিষ্ট (Crystalline) পদার্থ হইতে পার্চমেণ্ট্ নির্ম্মিত পাত্র সাহায্যে সহজেই পৃথক্ করা যাইতে পারে। এই প্রণালীকে ইংরাজীতে ডায়ালিসিস্ এবং

পার্চ্মেণ্ট্ পাত্রকে ডায়ালাইজার্ (Dialyser) কহে। সিলিসিক্ এসিডের ন্যায় আঠাল যে সকল পদার্থ ডায়ালাইজার ভেদ করিয়া গমন করিতে পারে না, তাহাদিগকে ইংরাজীতে কোলয়েড্ (Colloid) এবং দানাবিশিষ্ট যে সকল পদার্থ সহজে তন্মধ্য দিয়া গমন করিতে পারে, তাহাদিগকে ক্রিষ্ট্যালয়েড্ (Crystalloid) কহে।

ক্ষার-ধাতুর সিলিকেট্, ক্যাল্সিয়ম্ বা লেড্ সিলিকেটের সহিত মিলিত হইয়া নানা প্রকারের কাচ প্রস্তুত করে; এলুমিনিয়ম্ ধাতুর বর্ণনা কালে এ বিষয়ের উল্লেখ করা যাইবে।

সিলিকনের অন্যান্য যৌগিক।—সিলিকন্ বা সিলিকা, হাইড্রোফ্লুওরিক্ এসিডের সহিত সহজে মিলিত হইয়া সিলিকন্ টেট্রা-ফ্লুওরাইড্ (Silicon Tetra-Fluoride, SiF_4) নামক বায়বীয় যৌগিক পদার্থ উৎপাদন করে। এই কারণেই কাচ হাইড্রোফ্লুওরিক্ এসিডের স্পর্শে ক্ষয় প্রাপ্ত হয়। ইহা জলের সহিত মিশ্রিত হইলে সিলিসিক্ এসিড্ এবং হাইড্রো-ফ্লুও-সিলিসিক্ এসিড্ (Hydro-fluo-silicic acid) নামক অপর একটী দ্রাবক উৎপন্ন হয়। একটী পরীক্ষা-নলের মধ্যে জল রাখিয়া তন্মধ্যে সিলিকন্ টেট্রা-ফ্লুওরাইড্ প্রবেশ করাইলে এত অধিক সিলিসিক্ এসিড্ পৃথক্ হয় যে পরীক্ষা-নলের উপরিভাগের জল জমাট বাঁধিয়া যায়।

সিলিকন্ ও হাইড্রোজেন্ একত্রে মিলিত হইয়া সিলিকন্ হাইড্রোইড্ (SiH_4) নামক একটী বায়বীয় যৌগিক প্রস্তুত করে।

দশম পরিচ্ছেদ।

——:০:——

ফস্‌ফরস্ (Phosphorus)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন P ; পারমাণবিক গুরুত্ব ৩১·০৪।

ফস্‌ফরস্ নাইট্রোজন্-শ্রেণীভুক্ত। এণ্টিমনি, আর্সেনিক্ ও বিস্‌মথ্ নামক মূল পদার্থগুলিও এই শ্রেণীভুক্ত।

ব্রাণ্ড্ (Brand) ১৬৬৯ খৃষ্টাব্দে ফস্‌ফরস্ আবিষ্কার করেন।

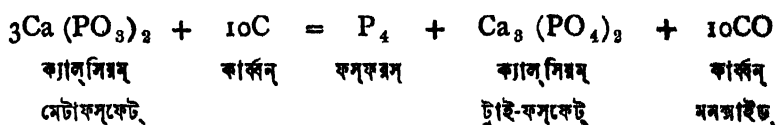
প্রকৃতি মণ্ডলে ফস্‌ফরস্ মুক্তাবস্থায় প্রাপ্ত হওয়া যায় না। ইহা অক্সিজেন্ ও ক্যাল্‌সিয়মের সহিত মিলিত হইয়া ক্যাল্‌সিয়ম্ ফস্‌ফেট্‌রূপে প্রাণীদিগের শরীরে অস্থি ও দন্ত মধ্যে, উদ্ভিজ্জগতে বীজের মধ্যে এবং ভূ-গর্ভে কতিপয় খনিজ-পদার্থ মধ্যে প্রচুর পরিমাণে অবস্থিতি করে। অস্থি দগ্ধ হইলে যে শ্বেতবর্ণ পদার্থ অবশিষ্ট থাকে, তাহাই ক্যাল্‌সিয়ম্ ফস্‌ফেট্ ; ইহা হইতে ফস্‌ফরস্ প্রস্তুত হয়। ফস্‌ফরস্ অস্থি ব্যতীত মস্তিষ্ক, মাংস ও স্নায়ুমণ্ডলীর একটী প্রধান উপাদান।

উদ্ভিজ্জ পদার্থ মধ্যে যে ফস্‌ফেট্ থাকে, তাহাই আমরা খাদ্যের সহিত গ্রহণ করিয়া শরীর পোষণের নিমিত্ত ফস্‌ফরস্ প্রাপ্ত হই। উদ্ভিদেরা ভূমি হইতে ফস্‌ফেট্ গ্রহণ করে, এজন্য হাড়ের গুঁড়া ও অন্যান্য ফস্‌ফেট্-সংযুক্ত পদার্থ ভূমিতে সার দিবার জন্য ব্যবহৃত হয়।

প্রস্তুতকরণ প্রণালী।—অস্থি-ভস্মকে [Bone ash, $Ca_3(PO_4)_2$] উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিডের সহিত মিশ্রিত করিয়া উত্তপ্ত করিলে ক্যাল্‌সিয়ম্ সল্‌ফেট্ ও ক্যাল্‌সিয়ম্ সুপার্-ফস্‌ফেট্ নামক দুইটী যৌগিক প্রস্তুত হয়। ক্যাল্‌সিয়ম্ সল্‌ফেট্ শ্বেতবর্ণ চূর্ণরূপে অধঃস্থ হয় কিন্তু ক্যাল্‌সিয়ম্ সুপার্-ফস্‌ফেট্ দ্রাবণের মধ্যে দ্রব হইয়া রহে। এই দ্রাবণ উত্তাপ সংযোগে ঘন করিয়া কয়লার সহিত একত্রে মিশ্রিত করতঃ মৃত্তিকা নির্ম্মিত পাত্রে স্থাপন করিয়া উহাতে পুনরায় উত্তাপ প্রয়োগ করিলে ক্যাল্‌সিয়ম্ সুপার্-ফস্‌ফেট্ প্রথমতঃ ক্যাল্‌সিয়ম্ মেটা-ফস্‌ফেটে [$Ca(PO_3)_2$] পরিণত হয় এবং পরে

ইহা হইতে ফস্‌ফরস্‌ চোলাই হইয়া বাষ্পাকারে নির্গত হয়। এই বাষ্প নল দ্বারা শীতল জলের মধ্যে প্রবেশ করাইলে ফস্‌ফরস্‌ ঈষৎ হরিদ্রাবর্ণ তরল পদার্থের আকারে পাত্রের তলদেশে অবস্থিত হয়, পরে ইহাকে ছাঁচে ঢালিয়া বাতির আকারে পরিণত করা হয়। ফস্‌ফরস্‌ প্রস্তুত হইবার সময় যে রাসায়নিক প্রতি-ক্রিয়া উপস্থিত হয়, তাহা নিম্নলিখিত রাসায়নিক সমীকরণ (Equation) দ্বারা প্রদর্শিত হইতেছে :—

$$3Ca(PO_3)_2 + 10C = P_4 + Ca_3(PO_4)_2 + 10CO$$

ক্যাল্‌সিয়ম্‌ মেটাফস্‌ফেট্‌	কার্ব্বন্‌	ফস্‌ফরস	ক্যাল্‌সিয়ম্‌ ট্রাই-ফস্‌ফেট্‌	কার্ব্বন্‌ মনক্সাইড্‌

(২) অধুনা প্রাকৃতিক (Natural) ফস্‌ফেটের সহিত বালুকা ও কোক্‌ কয়লা মিশ্রিত করিয়া তাড়িত চুল্লীর (Electric furnace) মধ্যে উত্তপ্ত করিয়া ফস্‌ফরস্‌ প্রস্তুত করা হইতেছে।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—সচরাচর ফস্‌ফরস্‌ শুভ্র বা ঈষৎ হরিদ্রাবর্ণ ও রক্তবর্ণ, এই দ্বিবিধ আকারে দৃষ্ট হয়। শুভ্র ফস্‌ফরস্‌ (White, yellow or ordinary phosphorus) মোমের ন্যায় কোমল এবং রসুনের ন্যায় দুর্গন্ধযুক্ত। অনাবৃত অবস্থায় থাকিলে এই পদার্থ হইতে শ্বেতবর্ণ ধূম নির্গত হইতে থাকে এবং অন্ধকার মধ্যে রাখিলে ঈষৎ নীলবর্ণ উজ্জ্বল আলোক নিসৃত হয়; ইংরাজীতে ইহাকে ফস্‌ফরেসেন্স্‌ (Phosphorescence) কহে। ইহা অতি সহজ-দাহ্য পদার্থ; সামান্য উত্তাপেই (৩৫°C)—এমন কি শুষ্ক হস্তের অথবা আঘাত বা সামান্য ঘর্ষণ-জনিত উত্তাপ দ্বারাই—ইহা জ্বলিয়া উঠে, এজন্য ইহা সাবধানে ব্যবহার করা কর্ত্তব্য। ইহাকে বোতল বা টিনের কৌটার মধ্যে জলে নিমজ্জিত করিয়া রাখা হয়; খণ্ড করিবার সময় জলের মধ্যে রাখিয়া ছুরিকা দ্বারা কাটিতে হয়। ইহা দগ্ধ হইবার সময় বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া ফস্‌ফরস্‌ পেণ্টক্সাইড্‌ (Phosphorus pentoxide, P_2O_5) নামক যৌগিক উৎপন্ন করে এবং নাইট্রোজেন্‌কে মুক্ত করিয়া দেয়। নাইট্রোজেন্‌ প্রস্তুত করিবার নিমিত্ত ফস্‌ফরস্‌ ব্যবহৃত হয়, ইহা পূর্ব্বেই উল্লিখিত হইয়াছে।

শুভ্র ফস্‌ফরস্‌ জলে দ্রবণীয় নহে কিন্তু তৈলে কিয়ৎপরিমাণে দ্রব হয়; কার্ব্বন্‌ ডাই-সল্‌ফাইড্‌ নামক তরল পদার্থে ইহা সহজেই দ্রব হয়। ৪৪°C তাপমাত্রায়

ইহা গলিয়া যায় এবং ২৮৭°C তাপমাত্রায় ফুটিতে থাকে। ইহা একটী বিষাক্ত পদার্থ। ফস্‌ফরসের কারখানায় যাহারা অধিকদিন কার্য্য করে, তাহাদিগের নীচের চোয়ালের অস্থি খসিয়া যায়।

রক্তবর্ণ ফস্‌ফরস্ (Red or amorphous Phosphorus) শুভ্র ফস্‌ফরসের রূপান্তর মাত্র হইলেও ধর্ম্মসম্বন্ধে উভয়ের মধ্যে সবিশেষ পার্থক্য লক্ষিত হয়। ইতঃপূর্ব্বে কথিত হইয়াছে যে শুভ্র ফস্‌ফরস্ অতি সামান্য উত্তাপেই জ্বলিয়া উঠে কিন্তু রক্তবর্ণ ফস্‌ফরস্ ২৬০°C তাপ-মাত্রার নিম্নে জ্বলে না; এই তাপ-মাত্রায় উত্তপ্ত হইলে ইহা শুভ্র ফস্‌ফরসে পরিণত হইয়া জ্বলিতে থাকে। রক্তবর্ণ ফস্‌ফরস্ কার্ব্বন্ ডাই-সল্‌ফাইডে দ্রবণীয় নহে এবং ইহা শুভ্র ফস্‌ফরসের ন্যায় বিষাক্ত পদার্থ নহে। সহজ তাপ-মাত্রায় ইহা হইতে শ্বেতবর্ণ ধূম নির্গত হয় না এবং ইহা অন্ধকারে উজ্জ্বল দেখায় না। ইহার কোন গন্ধ নাই।

শুভ্র ফস্‌ফরসকে নাইট্রোজেন্ বা কার্ব্বন্ ডাই-অক্সাইড্ গ্যাসের মধ্যে রাখিয়া ২৪০°Cএ উত্তপ্ত করিলে গাঢ় রক্তবর্ণ অস্বচ্ছ পদার্থে পরিণত হয়; ইহাই রক্তবর্ণ ফস্‌ফরস্।

দীপ শলাকা (Matches)—পূর্ব্বে দীপশলাকা (দেশলাই) প্রস্তুত করিবার জন্য শুভ্র ফস্‌ফরস্ ব্যবহৃত হইত। প্রথমতঃ কাঠির মুখে গন্ধক, মোম বা প্যারাফিন্ মাখাইয়া পরে শুভ্র ফস্‌ফরস্, ক্লোরেট্ বা নাইট্রেট্ অব্ পটাশ্, মেটে সিন্দুর (Red lead) এবং শিরীস একত্রে মিশ্রিত করতঃ তন্মধ্যে কাঠির মোম-লিপ্ত মুখটী নিমজ্জিত করিয়া শুষ্ক করিয়া লইলেই এই দীপ-শলাকা প্রস্তুত হইত। ইহাই লুসিফার্ ম্যাচ্ (Lucifer matches) নামে পরিচিত। এই সকল দীপ-শলাকা যেখানে সেখানে ঘসিলে জ্বলিয়া উঠে, সুতরাং ইহা অসাবধানে ব্যবহৃত হইলে অগ্নিকাণ্ড হইবার সম্ভাবনা। বিশেষতঃ শিশুগণ বিষাক্ত শুভ্র ফস্‌ফরস্-মণ্ডিত এই সকল দীপ শলাকা ক্রীড়াচ্ছলে মুখ মধ্যে প্রবেশ করাইয়া বিষাক্রান্ত হইয়াছে, এরূপ দৃষ্টান্ত বিরল নহে। এই সকল কারণে এরূপ দীপ-শলাকার ব্যবহারে নানাবিধ বিপৎপাতের সম্পূর্ণ সম্ভাবনা।

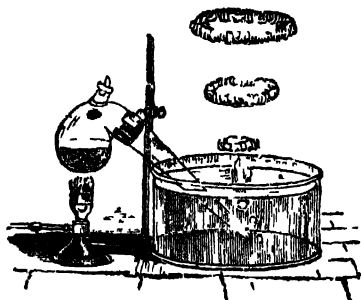
এক্ষণে ইহার পরিবর্ত্তে যে দীপ-শলাকা ব্যবহৃত হইতেছে, তাহা সেফ্‌টি ম্যাচ্ (Safety matches) নামে অভিহিত; ইহা প্রস্তুত করিবার নিমিত্ত

রক্তবর্ণ ফস্‌ফরস্‌ ব্যবহৃত হয়। রেড্‌ লেড্‌ (Red Lead, মেটিয়া সিন্দূর'), পোটাসিয়ম্‌ বাইক্রোমেট্‌, এন্টিমনি সল্‌ফাইড্‌, ক্লোরেট্‌ অফ্‌ পটাশ্‌ ও বোতলচূর্ণ শিরীসের সহিত মিশ্রিত করিয়া প্যারাফিন্‌ লিপ্ত কাঠির মুখে লাগান হয় এবং দেশলাইয়ের বাক্সের দুই পার্শ্বে রক্তবর্ণ ফস্‌ফরস্‌-লিপ্ত দুই খণ্ড কাগজ আঁটা থাকে। দীপ-শলাকার কাঠি বাক্স-সংলগ্ন এই কাগজে ঘসিলে জ্বলিয়া উঠে, অন্য কোথাও ঘর্ষিত হইলে জ্বলে না।

অক্সিজেন-মিশ্রিত ফস্‌ফরস্‌ যৌগিক।—ফস্‌ফরস্‌ অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া ফস্‌ফরস্‌ অক্সাইড্‌ (P_4O_6) ও ফস্‌ফরস্‌ পেণ্টক্সাইড্‌ বা ফস্ফরিক্‌ এন্‌হাইড্রাইড্‌ (Phosphorus pentoxide or Phosphoric anhydride, P_4O_{10}) নামক দুইটী যৌগিক প্রস্তুত করে। ফস্‌ফরস্‌ অধিক পরিমাণ বায়ু অথবা অক্সিজেনের মধ্যে জ্বলিলে ফস্‌ফরিক্‌ এন্‌-হাইড্রাইড্‌ শ্বেতবর্ণ ধূমাকারে উৎপন্ন হয়; ইহা শীতল জলের সহিত মিশ্রিত হইলে মেটা-ফস্‌ফরিক্‌ এসিড (HPO_3) এবং ফুটন্ত জলের সহিত মিশ্রিত হইলে অর্থো-ফস্‌ফরিক্‌ এসিড্‌ (H_3PO_4) নামক দুইটী দ্রাবক প্রস্তুত হয়। অর্থো-ফস্‌ফরিক্‌ এসিড্‌কে ২০০°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করিলে পাইরো-ফস্‌-ফরিক্‌ এসিড্‌ ($H_4P_2O_7$) প্রস্তুত হইয়া থাকে। অল্প পরিমাণ বায়ুমধ্যে ফস্‌ফরস্‌ দগ্ধ হইলে ফস্‌ফরস্‌ অক্সাইড্‌ (P_4O_6) উৎপন্ন হয়। ইহা জলের সহিত মিশ্রিত হইলে ফস্‌ফরস্‌ এসিড প্রস্তুত হয়।

ফার্ম্মাকোপিয়ার ডাইলিউটেড্‌ ফস্‌ফরিক্‌ এসিড্‌ ঔষধার্থে ব্যবহৃত হয়। ফস্‌ফরস্‌ পেণ্টক্সাইড্‌, উগ্র নাইট্রিক এসিড্‌ ও চোলাই করা জল একত্রিত করিয়া উগ্র ফস্‌ফরিক্‌ এসিড্‌ প্রস্তুত করা হয়। ইহার তিন আউন্স্‌, চোলাই করা জল সংযোগে এক পাইণ্ট্‌ করিয়া লইলেই, জল-মিশ্রিত ফস্‌-ফরিক্‌ এসিড্‌ প্রস্তুত হয়। তিন প্রকারের ফস্‌ফরিক্‌ এসিড্‌ সোডিয়ম্‌ কার্ব্ব-নেটের সহিত বিভিন্ন পরিমাণে মিলিত হইলে সোডিয়ম্‌ মেটা-ফস্ফেট্‌, সোডিয়ম্‌ অর্থো-ফস্ফেট্‌ এবং সোডিয়ম্‌ পাইরো-ফস্ফেট্‌ নামক তিন প্রকার লবণ প্রস্তুত করে। সোডিয়ম্‌ অর্থো-ফস্ফেট্‌ পরিচায়ক (Reagent) ও ঔষধরূপে সর্ব্বদা ব্যবহৃত হয়।

ফস্‌ফিউরেটেড্‌ হাইড্রোজেন্‌ (PH_3)—ফস্‌ফরস্‌ হাই-

জ্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া ফস্ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ (Phosphuretted hydrogen) নামক দুর্গন্ধযুক্ত গ্যাস্ উৎপাদন করে ; ইহার অপর নাম ফস্ফিন্ (Phosphine)। ইহা বায়ু সংস্পর্শে জ্বলিয়া শ্বেতবর্ণ ধূমময় ফুলের মালার ("গড়ে") আকার (৭৩ চিত্র) ধারণ করে।

৭৩ চিত্র।

১৩০ পরীক্ষা।—একটী কাচের রিটর্টের মধ্যে ক্ষুদ্র কয়েক খণ্ড শ্বেতবর্ণ ফস্ফরস্ ও কষ্টিক্ পটাশের দ্রাবণ রাখিয়া রিটর্টের মুখে একটী কাচনল সংযোগ করতঃ নলের অপর মুখ একটী জলপূর্ণ পাত্র মধ্যে নিমজ্জিত কর। এক্ষণে রিটর্টে উত্তাপ প্রয়োগ করিলে ফস্ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ উৎপন্ন হইয়া বুদ্বুদাকারে ক্রমাগত জল হইতে নির্গত হইবে এবং বায়ু সংস্পর্শে জ্বলিয়া শ্বেতবর্ণ ধূমময় চক্র উৎপাদন করিবে।

ক্যাল্সিয়ম্ ফস্ফাইড্ নামক ফস্ফরসের অপর একটী যৌগিকও জলের সহিত মিশ্রিত হইলে ফস্ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন গ্যাস্ উৎপন্ন হয়। সমুদ্রমধ্যে কোন জাহাজের কোনরূপ বিপদ উপস্থিত হইলে এই পদার্থ জলে নিক্ষেপ করিয়া আলোক উৎপাদন করা হয় ; এইরূপে দূরগামী অপর জাহাজ বিপদের বার্ত্তা জানিতে পারিয়া উহার সাহায্যার্থে আগমন করে।

স্বরূপ নিরূপণ—১। শ্বেতবর্ণ ফস্ফরস্-মিশ্রিত পদার্থ অন্ধকারে উজ্জ্বল দেখায়।

২। ফস্ফরস্ উগ্র নাইট্রিক এসিডের সহিত মিশ্রিত হইলে ফস্ফরিক্ এসিড্ (Ortho-phosphoric acid) প্রস্তুত হয় ; ইহা অথবা জলে দ্রবণীয় যে কোন ফস্ফেট্ নিম্নলিখিত প্রণালীতে পরীক্ষিত হইয়া থাকে :—

ক। নাইট্রেট অব্ সিল্ভারের সহিত হরিদ্রাবর্ণ ফস্ফেট্ অব্ সিল্ভার্ অধঃস্থ হয় ; ইহা এমোনিয়াতে দ্রবণীয়।

খ। উগ্র নাইট্রিক্ এসিড্ ও এমোনিয়ম্ মলিব্ডেটের দ্রাবণ্ যোগ করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে হরিদ্রাবর্ণ দানাবিশিষ্ট পদার্থ উৎপন্ন হয়।

গ। এমোনিয়ম্ ক্লোরাইড্, এমোনিয়া ও ম্যাগ্‌নেসিয়ম্ সল্‌ফেটের দ্রাবণ সংযোগে শ্বেতবর্ণ দানাযুক্ত এমোনিয়া ম্যাগ্‌নেসিয়ান্ ফস্‌ফেট্ অধঃস্থ হয়; ইহার অপর একটি নাম ট্রিপ্‌ল্ ফস্‌ফেট্ (Tripple Poosphate)।

মেটা ও পাইরোফস্‌ফরিক্ এসিডের পরীক্ষা—(১) মেটা-ফস্‌ফরিক্ এসিডের দ্রাবণে ডিম্বের শ্বেতাংশ (Albumen) জলের সহিত মিশ্রিত করিয়া যোগ করিলে উহা জমাট বাঁধিয়া যায়; অপর দুই প্রকার ফস্‌ফরিক্ এসিড্ সংযোগে এল্‌বুমেন্ জমাট বাঁধে না।

(২) পাইরোফস্‌ফরিক্ এসিডের দ্রাবণে অল্প পরিমাণ এমোনিয়া যোগ করিয়া সিল্‌ভার্ নাইট্রেটের দ্রাবণ যোগ করিলে শ্বেতবর্ণ চূর্ণাকার পদার্থ অধঃস্থ হয়, কিন্তু মেটা-ফস্‌ফরিক্ এসিডের দ্রাবণে শ্বেতবর্ণ আঠাবৎ (Gelatinous) পদার্থ অধঃস্থ হয়।

আর্সেনিক্ (Arsenic)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন As; পারমাণবিক গুরুত্ব ৭৪·৯৬।

ধাতুর সহিত আর্সেনিকের কোন কোন বিষয়ে সাদৃশ্য থাকিলেও ফস্‌ফরসের সহিত ইহার রাসায়নিক ধর্ম্ম সম্বন্ধে এত অধিক সৌসাদৃশ্য লক্ষিত হয়, যে ইহা অধাতু-পদার্থ মধ্যে পরিগণিত হইয়া থাকে।

আর্সেনিক কখন কখন খনিতে বিশুদ্ধাবস্থায় প্রাপ্ত হওয়া যায়। ইহা সচরাচর গন্ধকের সহিত মিলিত হইয়া মনঃশিলা (Realgar, As_2S_2) ও হরিতাল (Orpiment, As_2S_3) রূপে আকর মধ্যে অবস্থিতি করে। এতদ্ব্যতীত ইহাকে লৌহ, নিকেল্, কোবল্ট্ প্রভৃতি ধাতুর সল্‌ফাইডের সহিত মিশ্রিত হইয়া আকরে থাকিতে দেখা যায়; মিস্‌পিকেল্ (Mispickel, FeSAs) আর্সেনিকের একটী প্রধান খনিজ যৌগিক; ইহার অপর নাম আর্সেনিকাল্ পাইরাটিস্ (Arsenical pyrites)। সাধারণতঃ এই পদার্থ দগ্ধ করিয়া আর্সেনিক প্রস্তুত হইয়া থাকে।

প্রস্তুতকরণ প্রণালী।—আর্সিনিয়স্ এসিডের সহিত কয়লা ও সোডিয়ম্ কার্ব্বনেট্ একত্রে মিশ্রিত করিয়া রুদ্ধ পাত্র মধ্যে রাখিয়া উত্তাপ

প্রয়োগ করিলে আর্সেনিক্ বাষ্পাকারে পৃথক্ হইয়া পাত্রের শীতলাংশে জমাট বাঁধে।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—ইহা দেখিতে ঈষৎ কৃষ্ণবর্ণ, ভঙ্গ-প্রবণ ও ধাতব-ঔজ্জ্বল্য-বিশিষ্ট। উত্তাপ প্রয়োগে দ্রব না হইয়া ধূমাকারে উড়িয়া যায় এবং রশুনের গন্ধের ন্যায় এক প্রকার দুর্গন্ধ নির্গত হয়। দীপালোক সংযোগে নীলাভ আলোক বিস্তার করিয়া জ্বলিতে থাকে এবং আর্সেনিক ট্রাই-অক্সাইড্ প্রস্তুত করে। ইহা ক্লোরিণ্ গ্যাসের সহিত সতেজে মিলিত হইয়া আর্সেনিক্ ট্রাইক্লোরাইড্ ($AsCl_3$) প্রস্তুত করে।

আর্সিনিয়স্ অক্সাইড্ বা সেঁকো (Arsenious Oxide, As_4O_6)—আর্সেনিক্-মিশ্রিত খনিজ যৌগিককে বায়ু মধ্যে দগ্ধ করিলে আর্সেনিক্ বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া অক্সাইডে পরিণত হয়; ইহার অপর নাম আর্সিনিয়স্ এসিড্। সাধারণতঃ ইহা শ্বেত আর্সেনিক্ (White arsenic) বা আর্সেনিক্ নামে পরিচিত।

আর্সিনিয়স্ অক্সাইড্ সাধারণতঃ দ্বিবিধ আকারে অবস্থিতি করে; একটী অষ্ট-কোণ বিশিষ্ট স্ফটিকাকার ও অপরটী প্রথমতঃ বর্ণহীন স্বচ্ছ কাচের ন্যায় থাকে, কিছুকাল পরে শ্বেতবর্ণ পোর্সিলেন্ বা এনামেলের আকার ধারণ করে। ইহা জলে সামান্য পরিমাণে দ্রবণীয়; শীতল অপেক্ষা উষ্ণ জলে অধিক পরিমাণে দ্রব হয়। আর্সিনিয়স্ অক্সাইডের চূর্ণ জলের সহিত মিশ্রিত করিলে উহার অধিকাংশভাগই জলের উপরে ভাসিতে থাকে; এই কারণে অনেক সময় পানীয় দ্রব্যের সহিত এই পদার্থ দ্বারা বিষপ্রয়োগের চেষ্টা বিফল হইয়া থাকে।

আর্সিনিয়স্ অক্সাইড্ কষ্টিক্ পটাশ্, সোডা, এমোনিয়া প্রভৃতি ক্ষার-পদার্থ মাত্রেই সহজে দ্রব হয়। ফার্ম্মাকোপিয়াতে লাইকার্ আর্সেনিকেলিস্ (Liquor Arsenicalis) নামক যে ঔষধের উল্লেখ আছে, তাহা আর্সিনিয়স্ অক্সাইড্, কার্ব্বনেট্ অব্ পটাশ্ নামক ক্ষার-পদার্থে দ্রব করিয়া প্রস্তুত হয়। আর্সিনিয়স্ অক্সাইড্ হাইড্রোক্লোরিক্ এসিডেও দ্রবণীয়; এইরূপে ফার্ম্মাকোপিয়ার লাইকার্ আর্সেনিসাই হাইড্রোক্লোরিকস্ (Liquor Arseneci Hydrochloricus) নামক ঔষধ প্রস্তুত হইয়া থাকে।

আর্সিনিয়স্ অক্সাইড্ স্বল্পমাত্রায় ঔষধার্থে ব্যবহৃত হয়। ফেরি আর্সিনিয়স্ প্রভৃতি কতিপয় আর্সেনিক্-সংযুক্ত ধাতুর যৌগিকও ঔষধরূপে প্রয়োগ করা হয়। কপার্ আর্সেনাইট্ (Scheele's green) রঙের জন্য ব্যবহৃত হয়।

আর্সিনিয়স্ অক্সাইড্ জলের সহিত মিলিত হইয়া আর্সিনিয়স্ এসিড্ (H_3AsO_3) প্রস্তুত করে ; এই দ্রাবক বেসের সহিত মিলিত হইয়া আর্সেনাইট্ (Arsenite) নামক যৌগিক প্রস্তুত করে, যথা পোটাসিয়ম্ আর্সেনাইট্, কপার্ আর্সেনাইট্ ইত্যাদি।

আর্সিনিয়স্ অক্সাইড্ একটী ভয়ানক বিষাক্ত পদার্থ। স্বল্পমাত্রায় ইহা ঔষধরূপে ব্যবহৃত হইলেও অধিক মাত্রায় শরীর মধ্যে বিষের ক্রিয়া প্রদর্শন করে। ১ গ্রেণ্ মাত্র সেবনে মৃত্যু সংঘটিত হইয়াছে। এই বিষ সেবন করিলে প্রথমতঃ পাকাশয়ের যন্ত্রণা উপস্থিত হয় ; পরে ক্রমাগত বমন ও ভেদ হইতে থাকে এবং ওলাউঠা রোগের প্রায় সমস্ত লক্ষণ প্রকাশ পাইয়া পরিশেষে মৃত্যু উপস্থিত হয়। খাদ্য দ্রব্যের সহিত এই বিষ মিশ্রিত করিয়া গোপনে হত্যাকাণ্ড সাধনের দৃষ্টান্ত বিরল নহে। বিশেষতঃ এই বিষের লক্ষণের সহিত ওলাওঠা রোগের লক্ষণের সবিশেষ সাদৃশ্য আছে বলিয়া রোগীর মৃত্যু সম্বন্ধে অনেক সময়ে সন্দেহ জন্মে না, সুতরাং হত্যাকারী শাস্তি হইতে অব্যাহতি লাভ করে। আত্মহত্যা সাধনোদ্দেশ্যেও সেঁকো বিষ অনেক সময়ে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। এতদ্ভিন্ন এদেশীয় একজাতীয় চর্ম্মকারেরা অকিঞ্চিৎকর চর্ম্ম লাভের প্রত্যাশায় এই বিষ প্রয়োগে অনেক গো মহিষাদির হত্যা সাধন করিয়া থাকে। ইন্দুর ধ্বংস করিবার জন্য সেঁকো, হরিতাল প্রভৃতি ব্যবহৃত হয় এবং এই উদ্দেশ্য সাধনের জন্য রফ্ অন্ র‍্যাট্স (Rough on rats), ডেথ্ টু র‍্যাট্স্ (Death to rats) প্রভৃতি সেঁকো-মিশ্রিত পদার্থ বাজারে বিক্রীত হয়। পাছে গুঁড়া সোডা, লবণ প্রভৃতি শ্বেতবর্ণ ঔষধ বা ভক্ষ্য দ্রব্যের পরিবর্ত্তে ভ্রমক্রমে আর্সেনিক্ সেবিত হয়, তজ্জন্য ইহা আইনানুসারে কয়লা, নীলবড়ি বা অন্য কোন রঙ্গিন্ পদার্থ দ্বারা রঞ্জিত হইয়া বিক্রীত হইয়া থাকে।

আর্সেনিক্ অক্সাইড্ (Arsenic Oxide, As_2O_5)—ইহা আর্সেনিকের অক্সিজেন্-মিশ্রিত অপর একটী যৌগিক। আর্সিনিয়স্ অক্সাইড্

এবং উগ্র নাইট্রিক্ এসিড্ একত্রে উত্তাপ প্রয়োগে শুষ্ক করতঃ উহাতে পুনরায় অত্যধিক তাপ সংযোগ করিলে শ্বেতবর্ণ আর্সেনিক্ অক্সাইড্ প্রস্তুত হয়। ইহা দানাবিহীন পদার্থ এবং জলে দ্রবণীয়। ইহাও একটী বিষাক্ত পদার্থ; ইহার অপর নাম আর্সেনিক্ পেণ্টক্সাইড্। ইহা জলের সহিত মিলিত হইয়া আর্সেনিক্ এসিড্ (H_3AsO_4) প্রস্তুত হয়।

এই দ্রাবক বেসের সহিত মিলিত হইয়া আর্সিনিয়েট্ (Arseniate) নামক যৌগিক প্রস্তুত করে। আর্সেনিক্ এসিড্ ম্যাজেণ্টা (Magenta) প্রভৃতি কতকগুলি রং প্রস্তুত করিবার জন্য ব্যবহৃত হয়। সোডিয়ম্ আর্সিনিয়েট্ এবং ফেরস্ আর্সিনিয়েট্ ঔষধার্থে ব্যবহৃত হয়।

আর্সেনিক সল্‌ফাইড্ (Arsenic Sulphides)—আর্সেনিক্ ও গন্ধক একত্রে মিলিত হইয়া আর্সেনিক্ ডাই-সল্‌ফাইড্ (As_2S_2), আর্সেনিক্ ট্রাই-সল্‌ফাইড্ (As_2S_3) এবং আর্সেনিক্ পেণ্টাসল্‌ফাইড্ (AS_2S_5) নামক তিনটী যৌগিক প্রস্তুত করে। প্রথমটী মনঃশিলা (মনছাল) ও দ্বিতীয়টী হরিতাল নামে প্রসিদ্ধ। হরিতাল সচরাচর সেঁকোর পরিবর্ত্তে বিষরূপে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। হরিতালের মধ্যে শতকরা প্রায় ৩০ ভাগ সেঁকো মিশ্রিত থাকে, এজন্য হরিতাল সেবন করিলেও শরীরে বিষলক্ষণ প্রকাশ পায়। ইহা রং দিবার জন্য এবং অন্যান্য শিল্পকার্য্যে ব্যবহৃত হয়। মনঃশিলাও কদাচ বিষরূপে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। দারমুজ নামক আর্সেনিকের গন্ধক-মিশ্রিত অপর একটী যৌগিককেও কখন কখন বিষরূপে ব্যবহৃত হইতে দেখা যায়। রসমাণিক নামক কৃষ্ণবর্ণ উজ্জ্বল পদার্থের মধ্যে আর্সেনিক্ ও গন্ধক মিলিত হইয়া অবস্থিতি করে।

আর্সিনিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ (Arsenuretted Hydrogen, AsH_3)—আর্সেনিক্ ও হাইড্রোজেন্ একত্রে মিলিত হইয়া আর্সিনিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ নামক এক ভয়ঙ্কর বিষাক্ত গ্যাস্ প্রস্তুত করে। গেলেন্ নামক বৈজ্ঞানিক পণ্ডিত এই গ্যাস্ আবিষ্কার করেন কিন্তু দুঃখের বিষয় এই যে এই গ্যাস সামান্য পরিমাণে অতর্কিতভাবে আঘ্রাণ করিয়া তিনি মৃত্যুমুখে পতিত হইয়াছিলেন। দস্তা, সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ ও আর্সেনিক্ যৌগিক একত্রে মিশ্রিত হইলে এই গ্যাস্ উৎপন্ন হয়; ইহা

দীপালোক সংযোগে নীলাভ শিখা ধারণ করিয়া জ্বলিতে থাকে এবং জল ও আর্সেনিক্ ট্রাই-অক্সাইড্ উৎপাদন করে। এই গ্যাস উৎপাদন করিয়া মার্শের প্রণালীমতে আর্সেনিকের পরীক্ষা হইয়া থাকে।

আর্সিনিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ ভয়ঙ্কর বিষাক্ত পদার্থ, এজন্য অতিশয় সাবধানের সহিত ইহা প্রস্তুত করা উচিত। যতক্ষণ এই গ্যাস্ জ্বলিতে থাকে, ততক্ষণ কোন বিপৎপাতের আশঙ্কা নাই। প্রস্তুত করিবার সময় হঠাৎ গৃহ মধ্যে বায়ু প্রবেশ করিয়া যাহাতে উক্ত গ্যাসের শিখা নির্ব্বাপিত হইয়া না যায়, তদ্বিষয়ে সবিশেষ লক্ষ্য রাখা উচিত। চিম্‌নি সংযুক্ত রুদ্ধ কাচের গৃহ (Fume closet) মধ্যে এই গ্যাস্ প্রস্তুত করা উচিত।

স্বরূপ নিরূপণ।—১। হোয়াইট্ আর্সেনিক্ অল্প পরিমাণ একটী টেষ্ট্ টিউবের মধ্যে রাখিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে উহা ধূমাকারে পরিণত হইয়া টেষ্ট্ টিউবের গাত্রের শীতল অংশে একটী শ্বেত রেখা উৎপাদন করে। ইহা অণুবীক্ষণের দ্বারা পরীক্ষা করিলে অষ্ট-কোণ-বিশিষ্ট আর্সিনিয়স্ এসিডের দানা (Octahedral crystals) দেখা যায়।

আর্সেনাইট্ যৌগিকের পরীক্ষা।—১। পোটাসিয়ম্ বা সোডিয়ম্ আর্সেনাইটের দ্রাবণে হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ ও সল্‌ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ যোগ করিলে হরিদ্রাবর্ণ সল্‌ফাইড্ অব্ আর্সেনিক্ অধঃস্থ হয়। ইহা কষ্টিক্ সোডা বা পটাশ্, এমোনিয়া ও এমোনিয়ম্ সল্‌ফাইডের দ্রাবণে দ্রবণীয়।

২। সিল্‌ভার্ নাইট্রেট্ সংযোগে হরিদ্রাবর্ণ আর্সেনাইট্ অব্ সিল্‌ভার্ অধঃস্থ হয়।

৩। কপার্ সল্‌ফেট্ সংযোগে হরিদ্বর্ণ সীল্‌স্ গ্রীন্ (Scheele's green) অধঃস্থ হয়।

আর্সিনিয়েট্ যৌগিকের পরীক্ষা।—১। পোটাসিয়ম্ বা সোডিয়ম্ আর্সিনিয়েটের দ্রাবণে হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ ও সল্‌ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন যোগ করিলে শীতলাবস্থায় কোন পদার্থ অধঃস্থ হয় না, কিন্তু উত্তাপ সংযোগে হরিদ্রাবর্ণ সল্‌ফাইড্ অফ্ আর্সেনিক্ অধঃস্থ হয়।

২। সিল্‌ভার্ নাইট্রেট্ সংযোগে পাটলবর্ণের সিল্‌ভার্ আর্সিনিয়েট্ অধঃস্থ হয়।

৩। এমোনিয়ম্ ক্লোরাইড্, এমোনিয়া ও ম্যাগ্‌নেসিয়ম্ সল্‌ফেটের্ দ্রাবণ সংযোগে শ্বেতবর্ণ দানাযুক্ত এমোনিয়ম্ ম্যাগ্‌নেসিয়ম্ আর্সিনিয়েট্ নামক যৌগিক অধঃস্থ হয়।

নিম্নলিখিত দুইটী পরীক্ষা দ্বারা আর্সেনিক্-মিশ্রিত যে কোন পদার্থ পরীক্ষিত হইতে পারে। আর্সেনিক্ দ্বারা বিষাক্ত হইলে বিষমিশ্রিত খাদ্য দ্রব্য, বমন পদার্থ এবং মৃতব্যক্তির পাকাশয়াদি এই দুই প্রণালীমতে পরীক্ষিত হইয়া থাকে।

রায়েন্সের পরীক্ষা (Reinsch's test)।—আর্সেনিক্-যুক্ত যে কোন পদার্থের সহিত জল-মিশ্রিত হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ যোগ করিয়া তন্মধ্যে একখণ্ড উজ্জ্বল তাম্রপাত নিমজ্জিত করতঃ ফুটাইলে তাম্রপাতের উপর কৃষ্ণবর্ণ আবরণ পতিত হয়; এই আবরণ তাম্র ও আর্সেনিক্ এতদুভয়ের মিশ্রণে উৎপন্ন। কৃষ্ণবর্ণ তাম্রপাত খানি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র খণ্ডে বিভক্ত করিয়া একটী শুষ্ক সরু ছোট পরীক্ষা-নলের মধ্যে রাখিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে নলের অভ্যন্তরস্থিত শীতলাংশে আর্সিনিয়স্ এসিডের অষ্ট-কোণ-বিশিষ্ট স্ফটিকগুলি জমিয়া শুভ্র গোলাকার রেখাপাত করে; অণুবীক্ষণ-যন্ত্র সাহায্যে এই স্ফটিকগুলি পরিষ্কাররূপে দৃষ্ট হয়।

আর্সেনিক্ ব্যতীত এন্টিমনি ও পারদ এই প্রণালীতে পরীক্ষিত হইয়া থাকে। এন্টিমনি হইলে তাম্রপাতের উপর কৃষ্ণবর্ণ এবং পারদ হইলে রৌপ্যের ন্যায় শুভ্রবর্ণ উজ্জ্বল আবরণ পতিত হয়। তাম্রপাতকে কাটিয়া একটী ছোট পরীক্ষা-নলের মধ্যে রাখিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে এন্টিমনি চূর্ণ বা সূচিকাকার দানার আকারে, এবং পারদ ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র বর্ত্তুলাকারে, পরীক্ষা-নলের উপরিভাগে স্থিত হয়; অণুবীক্ষণ-যন্ত্র সাহায্যে ইহাদিগকে দেখিতে পাওয়া যায়। এইরূপে এই পরীক্ষা দ্বারা আর্সেনিক্কে এন্টিমনি ও পারদ হইতে প্রভেদ করা যায়।

বিস্মথের যৌগিক রায়েন্সের প্রণালী মতে পরীক্ষিত হইলে তাম্রের পাতের উপর কৃষ্ণবর্ণ দাগ পড়ে। কিন্তু ইহাকে পরীক্ষা-নলের ভিতর রাখিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে উহা হইতে কৃষ্ণ আবরণ উঠিয়া যায় না এবং পরীক্ষা-নলের উপরে কোন রেখা পাত হয় না।

মার্শের পরীক্ষা (Marsh's test)।—দস্তা ও জল-মিশ্রিত সল্ফিউরিক্ এসিড্ একটা আয়তমুখ বোতলের মধ্যে রাখিয়া হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ উৎপাদন কর এবং দুইটী ছিদ্রযুক্ত একটী ছিপি দ্বারা বোতলের মুখ বন্ধ কর। একটী বক্র কাচনলের একমুখ একটী ছিদ্রের মধ্যে প্রবেশ করাইলে ঐ নলের অপর মুখ দিয়া হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ নির্গত হইবে। ফনেলযুক্ত অপর একটী কাচনলও বোতলের মুখের ছিপির অপর ছিদ্রে সংলগ্ন থাকে। এক্ষণে হাইড্রোজেন্ গ্যাসকে দীপালোক সংযোগে জ্বালাইয়া বোতলের মধ্যে ফনেল্ দ্বারা অত্যল্প পরিমাণ আর্সেনিকের যৌগিক ঢালিয়া দিলে হাইড্রোজেন্ ও আর্সেনিক্ একত্রে মিলিত হইয়া আর্সিনিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ উৎপন্ন হইবে এবং নলের মুখ হইতে নির্গত হইয়া ঈষৎ নীলাভ শিখা বিস্তার করিয়া জ্বলিতে থাকিবে। একখণ্ড শীতল পোর্সিলেন্ এই শিখার উপর ধারণ করিলে তদুপরি কৃষ্ণবর্ণ দাগ পড়িবে। সোডিয়ম্ হাইপোক্লোরাইটের দ্রাবণ সংযোগে এই দাগ মিলাইয়া যায়। এন্টিমনির যৌগিক এইরূপ প্রক্রিয়ার দ্বারা এন্টিমনিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ নামক গ্যাস্ উৎপাদন করে; উহাও দীপালোক সংযোগে জ্বলিয়া থাকে এবং পোর্সিলেনের উপর কৃষ্ণবর্ণ দাগ উৎপাদন করে, কিন্তু এন্টিমনি-ঘটিত দাগ সোডিয়ম্ হাইপোক্লোরাইটের দ্রাবণ সংযোগে মিলাইয়া যায় না। এইরূপে আর্সেনিক্কে এন্টিমনি হইতে পৃথক্ করা যায়।

ধাতু (Metals)।

——:•:——

প্রথম পরিচ্ছেদ।

পূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে যে মূল-পদার্থসমূহ সাধারণতঃ দুই ভাগে বিভক্ত, যথা—ধাতু ও অধাতু মূল-পদার্থ। কতকগুলি বিশেষ বিশেষ ধর্ম্ম ধাতব মূল-পদার্থদিগের মধ্যে অল্প বা অধিক পরিমাণে লক্ষিত হয়। ধাতু মাত্রেই উত্তম তাপ ও তড়িৎ পরিচালক (Conductor of heat and electricity), অস্বচ্ছ (Opaque) এবং ধাতব-ঔজ্জ্বল্য-বিশিষ্ট (Possessing metallic lustre)। লৌহ, তাম্র, স্বর্ণ, রৌপ্য প্রভৃতি কতকগুলি ধাতু মধ্যে এই সকল ধর্ম্ম পূর্ণমাত্রায় লক্ষিত হয়। অধাতু মূল-পদার্থদিগের মধ্যে গন্ধক ও ফস্‌ফরসে কোন ধাতব ধর্ম্মই লক্ষিত হয় না কিন্তু আর্সেনিক্, গ্রাফাইট্ প্রভৃতি অপর কতকগুলি পদার্থ মধ্যে কোন কোন ধাতব লক্ষণ দৃষ্ট হয়। গ্রাফাইট্ উত্তম তড়িৎ-পরিচালক ও ধাতব-ঔজ্জ্বল্য-বিশিষ্ট এবং আর্সেনিকের মধ্যে ধাতব ধর্ম্ম এত অধিক লক্ষিত হয় যে অনেক রাসায়নিক পণ্ডিতেরা উহাকে ধাতু বলিয়া বর্ণনা করিয়াছেন।

ধাতু ও অধাতু পদার্থদিগের মধ্যে প্রধান প্রভেদ এই যে ধাতুসমূহ অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া যে সকল অক্সাইড্ প্রস্তুত করে, তাহাদিগকে বেসিক্ অক্সাইড্ বা বেস্ (Base) কহে এবং উহারা দ্রাবকের সহিত মিলিত হইয়া এক একটী লবণ প্রস্তুত করে; যথা—ক্যাল্‌সিয়ম্ ধাতুর অক্সাইড্ (CaO) হাইড্রোক্লোরিক্ এসিডের সহিত মিলিত হইলে ক্যাল্‌সিয়ম্ ক্লোরাইড্ ($CaCl_2$) নামক লবণ উৎপন্ন হয়। কিন্তু অধাতু মূল-পদার্থসমূহ অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া যে সকল অক্সাইড্ উৎপাদন করে, তাহাদিগকে দ্রাবকোৎপাদক অক্সাইড্ (Acid-forming Oxides) কহে, কারণ ইহারা জলের সহিত মিশ্রিত হইলে এক একটী দ্রাবক প্রস্তুত হয়। গন্ধক ও অক্সিজেনে মিলিত হইলে সল্‌ফর্

ডাই-অক্সাইড (SO_2) এবং সল্ফর্ ট্রাই-অক্সাইড্ (SO_3) নামক দুইটী দ্রাবকোৎপাদক অক্সাইড্ উৎপন্ন হয়; উহারা জলের সহিত মিশ্রিত হইয়া সল্ফিউরস্ এসিড্ (H_2SO_3) ও সল্ফিউরিক্ এসিড্ (H_2SO_4) নামক দুইটী দ্রাবক প্রস্তুত করে। কিন্তু এই প্রভেদ যে সর্ব্বস্থানে প্রযোজ্য, তাহা নহে। লৌহ, ম্যাঙ্গানীজ্ প্রভৃতি কতকগুলি ধাতু অধিক পরিমাণ অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া যে সকল অক্সাইড্ প্রস্তুত করে, তাহাদিগকে পারক্সাইড্ (Peroxide) কহে; ইহারা জল-মিশ্রিত হইলে বেস্ উৎপাদন না করিয়া দ্রাবক উৎপাদন করে।

ধাতু মাত্রেই ইলেক্ট্রো-পজিটিভ্ (Electro-positive) অর্থাৎ তড়িৎপ্রবাহ দ্বারা ধাতব যৌগিক বিশ্লিষ্ট হইলে ধাতু পৃথক্ হইয়া বিয়োগ-প্রাপ্ত সংযুক্ত ইলেক্ট্রোডে সংলগ্ন হয়। অধাতু মূল-পদার্থ এইরূপে সংযোগ-প্রাপ্ত সংযুক্ত, ইলেক্ট্রোডে সংলগ্ন হয় বলিয়া উহাদিগকে ইলেক্ট্রো-নেগেটিভ্ (Electro-negative) কহে।

ধর্ম্মগত সাদৃশ্য উপলক্ষ্য করিয়া সুবিধার জন্য ধাতুসমূহকে সাধারণতঃ কতিপয় শ্রেণীতে বিভক্ত করা যায়। এই এক একটী শ্রেণীর মধ্যে যে সকল ধাতু আছে, তাহাদিগের পরস্পরের মধ্যে অনেক সাদৃশ্য দেখিতে পাওয়া যায়। নিম্নে ভিন্ন ভিন্ন শ্রেণী-ভুক্ত ধাতুদিগের নাম ও তাহাদিগের সাধারণ ধর্ম্ম সংক্ষেপে বর্ণিত হইল।

১ম। পোটাসিয়ম্ শ্রেণী (Potassium group)—পোটাসিয়ম্ সোডিয়ম্, এমোনিয়ম্ ও লিথিয়ম্ নামক ক্ষার-ধাতু সমূহ এই শ্রেণী-ভুক্ত। এতদ্ব্যতীত অপর কয়েকটী ধাতু এই শ্রেণী-ভুক্ত হইলেও তাহারা এত দুষ্প্রাপ্য যে এস্থলে তাহাদের উল্লেখ অনাবশ্যক। ইহাদের অধিকাংশ যৌগিক ক্ষারধর্ম্ম-সম্পন্ন বলিয়া ইংরাজীতে এই শ্রেণীর ধাতুসমূহ (Metals of the Alkalis) নামে পরিচিত।

এই শ্রেণীর ধাতু মনাড্ (Monad) অর্থাৎ রাসায়নিক ক্রিয়াতে ইহাদিগের এক পরমাণু, ক্লোরিণের এক পরমাণুর স্থান অধিকার করে মাত্র। ইহারা লঘুভার ও কোমল; কাটিলে অভ্যন্তরপ্রদেশ ধাতব-ঔজ্জ্বল্য-সম্পন্ন দেখায় কিন্তু বায়ুসংস্পর্শে শীঘ্র অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া বিবর্ণ হইয়া যায়। সহজ

তাপ-মাত্রায় ইহারা জলকে বিশ্লেষণ করিয়া হাইড্রোজেন্ বাষ্প উৎপাদন করে। ইহাদিগের অক্সাইড্ ও কার্ব্বনেট্ জলে দ্রবণীয় এবং বেসের কার্য্য করে।

২য়। ক্যাল্‌সিয়ম্ শ্রেণী (Calcium group)—ক্যাল্‌সিয়ম্, বেরিয়ম্ ও ষ্ট্রন্‌সিয়ম্ নামক ক্ষার-মৃত্তিকা-ধাতুগণ (Metals of the Alkaline Earth) এই শ্রেণী-ভুক্ত। ইহারা ডায়াড্ (Dyad) অর্থাৎ ইহাদের এক পরমাণু দুই পরমাণু ক্লোরিণের স্থান অধিকার করিতে সক্ষম। ইহারা সকল তাপ-মাত্রাতেই জলকে বিশ্লেষণ করিয়া হাইড্রোজেন্ উৎপাদন করিতে পারে। ইহাদিগের অক্সাইড্ জলে কিয়ৎপরিমাণে দ্রবণীয় কিন্তু ইহাদিগের কার্ব্বনেট্ জলে অদ্রবণীয়। রেডিয়ম্ (Radium) নামক যে নূতন ধাতু সম্প্রতি আবিষ্কৃত হইয়াছে, তাহা এই শ্রেণী-ভুক্ত। রেডিয়ম্ ধাতু হইতে স্বতঃই আলোক রশ্মির স্ফুরণ হয়।

৩য়। দস্তা শ্রেণী (Zinc group)—দস্তা, ম্যাগ্‌নেসিয়ম্ ও ক্যাড্‌মিয়ম্ এই শ্রেণীর অন্তর্গত। ইহারা উদ্বেয় অর্থাৎ অধিক উত্তাপ সংযোগে বাষ্পাকারে উড়িয়া যায়, সুতরাং ইহাদিগকে উত্তাপ সংযোগে চোলাই করিতে পারা যায়। বায়ু মধ্যে দগ্ধ হইবার সময় উজ্জ্বল শিখা নিঃসৃত হয়। অধিক তাপ-মাত্রায় উহারা জলকে বিশ্লেষণ করিতে সক্ষম। ইহারা ডায়াড্। সল্‌ফিউরিক্, হাইড্রোক্লোরিক্ প্রভৃতি দ্রাবকের সহিত মিশ্রিত হইলে হাইড্রোজেন্ বাষ্প উৎপাদন করে।

৪র্থ। তাম্র শ্রেণী (Copper group)—তাম্র, পারদ ও রৌপ্য এই শ্রেণী-ভুক্ত। ইহারা কোন তাপ-মাত্রাতেই জলকে বিশ্লেষণ করে না। উত্তাপ সংযোগে পারদ অক্সাইড্ ও রৌপ্যের অক্সাইড্ বিশ্লিষ্ট হয়।

৫ম। সিরিয়ম্ শ্রেণী (Cerium group)—সিরিয়ম্, স্ক্যাণ্ডিয়ম্, ইট্রিয়ম্ প্রভৃতি কতকগুলি দুষ্প্রাপ্য ধাতু এই শ্রেণীর অন্তর্গত।

৬ষ্ঠ। এলুমিনিয়ম্ শ্রেণী (Aluminium group)—এই শ্রেণীর মধ্যে অনেকগুলি ধাতু আছে, তন্মধ্যে এলুমিনিয়মই আমাদিগের আলোচ্য; অপরগুলি দুষ্প্রাপ্য। এই শ্রেণীর ধাতুগণকে ইংরাজীতে Metals of the Earth কহে।

এলুমিনিয়ম্ ধাতু ট্রায়াড্ (Triad) অর্থাৎ ইহার এক পরমাণু, তিন পরমাণু ক্লোরিণের স্থান অধিকার করিয়া থাকে। এই ধাতু অধিক তাপ-মাত্রায় জলকে বিশ্লেষণ করিতে সক্ষম হয়। ইহার অক্সাইড্ জলে অদ্রবণীয়।

৭ম। লৌহ শ্রেণী (Iron group)—লৌহ, কোবল্ট্ ও নিকেল্ এই শ্রেণী-ভুক্ত। লোহিতোত্তপ্ত হইলে ইহারা জলকে বিশ্লেষণ করিয়া হাইড্রোজেন্ উৎপাদন করে। অধিক পরিমাণ অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া ইহারা যে সকল অক্সাইড্ প্রস্তুত করে, তাহারা বেসের ন্যায় কার্য্য করে না, জলের সহিত মিলিত হইয়া দ্রাবক উৎপাদন করে। ইহারা দুই প্রকার বেসিক্ অক্সাইড্ প্রস্তুত করে এবং উহারা ভিন্ন ভিন্ন দ্রাবকের সহিত মিলিত হইলেই দুই প্রকার লবণ প্রস্তুত হয়। লৌহের এইরূপ দুইটী অক্সাইডের নাম ফেরস্ অক্সাইড্ ও ফেরিক্ অক্সাইড্। ইহারা সল্ফিউরিক্ এসিডের সহিত মিলিত হইয়া যথাক্রমে ফেরস্ সল্ফেট্ ও ফেরিক্ সল্ফেট্ প্রস্তুত করে। কেহ কেহ ক্রোমিয়ম্ ও ম্যাঙ্গানীজ্ ধাতু দুইটাকে এই শ্রেণীভুক্ত করিয়াছেন।

৮ম। ক্রোমিয়ম্ শ্রেণী (Chromium group)—ক্রোমিয়ম্, ম্যাঙ্গানীজ্, ইউরেনিয়ম্ প্রভৃতি ধাতু এই শ্রেণীর অন্তর্গত। অত্যধিক উত্তপ্ত হইলে ইহারা জলকে বিশ্লেষণ করিয়া হাইড্রোজেন্ উৎপাদন করে।

৯ম। রঙ্গ শ্রেণী (Tin group)—টিন্, সীস্ এবং অন্যান্য কয়েকটী ধাতু এই শ্রেণীর অন্তর্গত। ইহাদিগের কতকগুলি অক্সাইড্ বেসের ও অপরগুলি দ্রাবকের কার্য্য করে। এই শ্রেণীর সকল ধাতুই লোহিতোত্তপ্ত হইলে জলকে বিশ্লেষণ করে।

১০ম। এণ্টিমনি শ্রেণী (Antimony group)—এণ্টিমনি, বিস্মথ্ প্রভৃতি কয়েকটী ধাতু এই শ্রেণীর অন্তর্ভূত। ফস্ফরস্, আর্সেনিক্ প্রভৃতি অধাতব মূল-পদার্থদিগের সহিত ইহাদিগের অনেক সাদৃশ্য আছে। অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া ইহারা দ্রাবকোৎপাদক অক্সাইড্ উৎপাদন করে

১১শ। স্বর্ণ ও প্ল্যাটিনম্ শ্রেণী (Gold and Platinum group)—স্বর্ণ, প্ল্যাটিনম্ ও অপর কয়েকটী দুষ্প্রাপ্য ধাতু এই শ্রেণীর অন্তর্গত। ইহারা নাইট্রিক্ এসিডে দ্রব হয় না। বায়ু সংস্পর্শে ইহারা বিকৃত হয় না। ইহারা শ্রেষ্ঠ ধাতু (Noble metals) বলিয়া পরিচিত।

সমধর্ম্ম-বিশিষ্ট ধাতুদিগকে এক একটী শ্রেণী-ভুক্ত করিবার সুবিধা এই যে, এক শ্রেণীর একটী ধাতুর বিষয় আলোচনা করিলে উক্ত শ্রেণীর অন্য ধাতুগুলির সম্বন্ধে এক প্রকার সাধারণ জ্ঞান লাভ করা যায়। এই প্রথা অবলম্বন করিয়া

আমরা এই পুস্তকে ধাতুদিগের বিষয় আলোচনা করিব। শ্রেণী-বিভাগ ব্যতীত ইহাদিগের আলোচনা সম্বন্ধে অপর সকল বিষয়েই কার্ম্মাকোপিয়ার প্রণালী অনুসরণ করা হইবে। যে যে ধাতুগুলির যৌগিক ঔষধরূপে ব্যবহৃত হয়, তাহাদিগেরই বিষয় এই পুস্তকে প্রধানতঃ বর্ণিত হইবে।

দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ।

——:০:——

পোটাসিয়ম্ (Potassium)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন K ; পারমাণবিক গুরুত্ব ৩৯'১।

প্রায় এক শতাব্দী পূর্ব্বে কষ্টিক্ পটাশ্ নামক পোটাসিয়মের অন্যতম যৌগিক মূল-পদার্থরূপে পরিগণিত হইত। ১৮০৭ খৃষ্টাব্দে স্যার্ হম্‌ফ্রে ডেভি কষ্টিক্ পটাশের মধ্যে তড়িৎ-প্রবাহ সঞ্চালন পূর্ব্বক পোটাসিয়ম্ ধাতু পৃথক করিয়াছিলেন।

প্রকৃতি-মণ্ডলে এই ধাতু নাইট্রিক এসিডের সহিত মিলিত হইয়া নাইট্রেট্ অব্ পটাশ্ (Saltpetre, সোরা) রূপে যথেষ্ট পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়; সোরা মৃত্তিকার উপরিভাগে অথবা মৃত্তিকার সহিত মিশ্রিত হইয়া অবস্থিতি করে। এতদ্ব্যতীত উদ্ভিদাদির ভস্ম মধ্যেও এই ধাতু কার্ব্বনিক্ এসিডের সহিত মিলিত হইয়া পোটাসিয়ম্ কার্ব্বনেট্ রূপে অবস্থিতি করে; ইহা পটাশ্ (Potash) নামে অভিহিত। পোটাসিয়ম্ ক্লোরাইড্ জর্ম্মনীর অন্তঃপাতী ষ্টাস্‌ফর্ট্ নামক স্থানে ভূ-গর্ভ মধ্যে যথেষ্ট পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়। সমুদ্র জলেও পোটাসিয়মের যৌগিক দ্রব হইয়া থাকে। পোটাসিয়ম্ পার্ব্বতীয় মৃত্তিকার একটী উপাদান।

প্রস্তুত-করণ প্রণালী—১। কার্ব্বনেট্ অফ্ পটাশ্ ও কয়লা একত্রে লৌহপাত্রে রাখিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে পোটাসিয়ম্ ধাতু বাষ্পাকারে পৃথক্ হইয়া আইসে; শীতল হইলে প্রথমতঃ তরল, পরে নিরেট অবস্থা প্রাপ্ত হয়। ইহাকে মৃত্তিকা-তৈলে নিমজ্জিত করিয়া রাখা হয়।

২। কষ্টিক্ পটাশ্‌কে তড়িৎ-প্রবাহ দ্বারা বিশ্লেষণ করিয়া এই ধাতু প্রস্তুত হইয়া থাকে।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—পোটাসিয়ম্ ধাতু রৌপ্যের ন্যায় উজ্জ্বল এবং এত কোমল যে ছুরি দ্বারা ইহাকে অনায়াসে কাটিতে পারা যায়। কাটিলে পর অভ্যন্তরভাগ উজ্জ্বল দেখায়, কিন্তু বায়ু সংস্পর্শে অতি শীঘ্রই অক্সাইড্‌রূপে

পরিণত হইয়া শুভ্রবর্ণ ধারণ করে। অক্সিজেন্ ও পোটাসিয়ম্ এতদুভয়ের মধ্যে রাসায়নিক আকর্ষণী শক্তি অতি প্রবল; ইহা জলের সহিত একত্রিত হইলে তৎক্ষণাৎ জলকে বিশ্লেষণ করিয়া অক্সিজেনের সহিত মিলিত হয় এবং হাইড্রোজেন্ গ্যাস্‌কে মুক্ত করিয়া দেয়। এই রাসায়নিক সম্মিলনকালে এত অধিক উত্তাপ উদ্ভূত হয় যে মুক্ত হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ সশব্দে জ্বলিয়া উঠে। এজন্য পোটাসিয়ম্ ধাতু হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ প্রস্তুত করণে ব্যবহৃত হয় না, ইহা পূর্ব্বে উল্লিখিত হইয়াছে।

১৭১ পরীক্ষা।—ছুরি দ্বারা ক্ষুদ্র একখণ্ড পোটাসিয়ম্ ধাতু কাটিয়া একটী বৃহৎ জল-পূর্ণ পাত্রে নিক্ষেপ কর; উহা প্রথমতঃ সশব্দে জলের উপর চতুর্দ্দিকে ঘুরিয়া বেড়াইবে, পরে জ্বলিয়া উঠিবে।

বায়ু এবং জল সংস্পর্শে পোটাসিয়ম্ ও সোডিয়ম্ ধাতুর এইরূপ পরিবর্ত্তন হয় বলিয়া ইহাদিগকে ন্যাপ্‌থা (Naphtha) নামক মৃত্তিকা-তৈলের মধ্যে নিমজ্জিত করিয়া রাখা হয়। ন্যাপ্‌থা কেরোসিন্ জাতীয় এক প্রকার তরল পদার্থ; ইহা অঙ্গার ও হাইড্রোজেন্ বাষ্পের মিলনে উৎপন্ন, ইহার মধ্যে অক্সিজেন্ নাই, সুতরাং ইহাতে পোটাসিয়ম্ নিমজ্জিত থাকিলে বিকৃত হইবার সম্ভাবনা থাকে না। পোটাসিয়ম্ ধাতু অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া পোটাসিয়ম্-মনক্সাইড্ ও পোটাসিয়ম্ পারক্সাইড্ নামক দুইটী যৌগিক প্রস্তুত করে। প্রথমটী জল-মিশ্রিত হইলে কষ্টিক্ পটাশ্ প্রস্তুত হয় এবং ইহা হইতে ফার্ম্মাকোপিয়ার লাইকার্ পটাশ্ প্রস্তুত হইয়া থাকে।

কষ্টিক্ পটাশ্ (Caustic Potash)—কার্ব্বনেট্ অব্ পটাশ্, কলিচূণ এবং চোলাই করা জল একত্রিত করতঃ ফুটাইয়া উপরিস্থিত পরিষ্কার দ্রাবণ অধঃস্থ কার্ব্বনেট্ অব্ লাইম্ হইতে অন্য পাত্রে ঢালিয়া পৃথক করিয়া লওয়া হয়। পরে ইহা রৌপ্য-নির্ম্মিত পাত্রে রাখিয়া উত্তাপ সংযোগে শুষ্ক করিলে যে শ্বেতবর্ণ পদার্থ অবশিষ্ট থাকে, তাহা কষ্টিক্ পটাশ্ (KOH) নামে অভিহিত। পোটাসিয়ম্ ক্লোরাইডের দ্রাবণে তড়িৎপ্রবাহ সঞ্চালিত করিলেও এই পদার্থ উৎপন্ন হইয়া জলের মধ্যে দ্রব হইয়া থাকে। কষ্টিক্ পটাশ্ দেখিতে শুভ্রবর্ণ; সচরাচর ইহাকে ছাঁচে ঢালিয়া সরু বাতির আকারে পরিণত করা হয়। ইহা জল ও কার্ব্বনিক্ এসিড্, উভয় পদার্থই শোষণ করে, এই নিমিত্ত অনাবৃত

স্থানে থাকিলে বায়ুস্থিত জল-বাষ্প শোষণ করিয়া আর্দ্র হইয়া পড়ে এবং কার্ব্বনিক্ এসিডের সহিত মিলিত হইয়া পোটাসিয়ম্ কার্ব্বনেটে পরিণত হয়। কষ্টিক্ পটাশে জল মিশ্রিত করিয়া ফার্ম্মাকোপিয়ার লাইকার্ পটাশ্ (Liquor Potassæ) প্রস্তুত হয়। ইহার আভ্যন্তরিক ও বাহ্যিক উভয়বিধ প্রয়োগেরই বিধি আছে।

কার্ব্বনেট্ অফ্ পোটাসিয়ম্ (Carbonate of Potassium, K_2CO_3)—পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে যে উদ্ভিদাদির ভস্ম মধ্যে কার্ব্বনেট্ অফ্ পটাশ্ অবস্থিতি করে; ইহা জলে সহজেই দ্রবণীয়, সুতরাং উদ্ভিদ্ ভস্ম জল-মিশ্রিত করিয়া ছাঁকিয়া লইলে ছাঁকিত দ্রাবণে কার্ব্বনেট্ অফ্ পটাশ্ দ্রব হইয়া থাকে। এই দ্রাবণ উত্তাপ সংযোগে ঘন করিয়া লইলে কার্ব্বনেট্ অব্ পটাশ্ দানার আকারে পৃথক হইয়া পড়ে।

পোটাসিয়ম্ টার্ট্রেট্ বা বাই-কার্ব্বনেট্ দগ্ধ করিলেও বিশুদ্ধ কার্ব্বনেট্ অফ্ পটাশ্ প্রস্তুত হয়।

পোটাসিয়ম্ কার্ব্বনেট্ দেখিতে শুভ্রবর্ণ ও দানাযুক্ত। ইহা আস্বাদনে বোদা; অনাবৃত অবস্থায় থাকিলে বায়ুস্থিত জল-বাষ্প শোষণ করিয়া তরলাকার ধারণ করে। ইহা জলে দ্রবণীয় কিন্তু সুরা-সারে অদ্রবণীয়।

বাই-কার্ব্বনেট্ অফ্ পোটাসিয়ম্ (Bicarbonate of Potasium, $KHCO_3$)—কার্ব্বনেট্ অফ্ পটাশের ঘন দ্রাবণে কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ প্রবেশ করাইলে এই পদার্থ দানার আকারে পৃথক হইয়া পড়ে।

ইহা বর্ণহীন, দানাযুক্ত, আস্বাদনে ঈষৎ বোদা এবং জল-শোষক নহে; ইহা কার্ব্বনেট্ অপেক্ষা জলে অল্প পরিমাণে দ্রবণীয়।

১০২ পরীক্ষা। সল্ফেট্ অফ্ ম্যাগ্নেসিয়মের দ্রাবণে বাই-কার্ব্বনেট্ অফ্ পোটাসিয়ম্ যোগ করিলে কোন পদার্থ অধঃস্থ হয় না কিন্তু পোটাসিয়ম্ কার্ব্বনেট্, সল্ফেট্ অফ্ ম্যাগ্নেসিয়মের দ্রাবণে যোগ করিলে শ্বেতবর্ণ কার্ব্বনেট্ অফ্ ম্যাগ্নেসিয়ম্ অধঃস্থ হয়।

উপরোক্ত কারণে সল্ফেট্ অফ্ ম্যাগ্নেসিয়ম্, কার্ব্বনেট্ হইতে বাই-কার্ব্বনেট্কে পৃথক করিবার নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়।

এসিটেট্ অফ্ পোটাসিয়ম্ (Acetate of Potassium, $KC_2H_3O_2$)—কার্ব্বনেট্ অফ্ পটাশের সহিত এসিটিক্ এসিড্

একত্রিত করিয়া শুষ্ক করতঃ দগ্ধ করিয়া লইলে এসিটেট্ অফ্ পটাশ অবশিষ্ট থাকে।

এই পদার্থ শ্বেতবর্ণ ও জল-শোষক, জল ও সুরা সারে দ্রবণীয়।

১৩৩ পরীক্ষা।—ফেরিক্ ক্লোরাইডের সহিত একত্রিত হইলে উহার দ্রাবণ গাঢ় রক্তবর্ণ ধারণ করে।

সাইট্রেট্ অফ্ পোটাসিয়ম্ (Citrate of Potassium, $K_3C_6H_5O_7$)—কার্বনেট্ অব্ পটাশের দ্রাবণে সিট্রিক্ এসিড্ যোগ করিয়া নক্ষারাম্ল (Neutral) করতঃ উত্তাপ প্রয়োগে শুষ্ক করিলে এই পদার্থ প্রস্তুত হয়।

ইহা দেখিতে শুভ্রবর্ণ ও দানাযুক্ত। জলে অতিশয় দ্রবণীয় এবং আস্বাদনে ঈষৎ অম্ল।

১৩৪ পরীক্ষা।—প্ল্যাটিনম্ পাতের উপর রাখিয়া ইহা দগ্ধ করিলে কৃষ্ণবর্ণ ধারণ করিয়া অঙ্গার ও কার্বনেট্ অফ্ পটাশে পরিণত হয়, এজন্য দগ্ধাবশিষ্ট পদার্থ ক্ষার প্রতিক্রিয়া-সম্পন্ন (Alkaline) হইয়া থাকে।

এসিড্ টার্ট্রেট্ অফ্ পোটাসিয়ম্ (Acid Tartrate of Potassium, $KHC_4H_4O_6$)—ইহার অপর নাম বাই-টার্ট্রেট্ অফ্ পটাশ্। দ্রাক্ষারস গাঁজিয়া মদ প্রস্তুত হইবার সময় পিপার মধ্যে আর্গল্ বা টার্টার্ নামক পাটলবর্ণের এক প্রকার পদার্থ অধঃস্থ হইয়া থাকে; উহাকে কয়লা, জল ও মৃত্তিকার সহিত মিশ্রিত করিয়া বিশুদ্ধ করিলে এসিড্ টার্ট্রেট্ অফ্ পটাশ্ প্রস্তুত হয়।

এসিড্ টার্ট্রেট্ অফ্ পটাশ্ দেখিতে শুভ্রবর্ণ ও বালির ন্যায় কর্কশ। ইহা জলে সামান্য পরিমাণে দ্রবণীয় কিন্তু সুরা সারে একেবারেই দ্রবণীয় নহে।

১৩৫ পরীক্ষা।—এসিড্ টার্ট্রেট্ অফ্ পটাশ্ দগ্ধ হইলে চিনি পোড়ার ন্যায় গন্ধ নির্গত হয় এবং উহা কৃষ্ণবর্ণ ধারণ করে।

১৩৬ পরীক্ষা।—উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ এবং উত্তাপ সংযোগে ইহা কৃষ্ণবর্ণ ধারণ করে।

সল্‌ফেট্ অফ্ পোটাসিয়ম্ (Sulphate of Potassium, K_2SO_4)—সোরা ও উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ একত্রিত করিলে এসিড্ সল্‌ফেট্ অফ্ পোটাসিয়ম্ ($KHSO_4$) নামক লবণ উৎপন্ন হয়। এই

পদার্থের দ্রাবণে প্রথমতঃ চূণ, পরে কার্ব্বনেট্ অব্ পটাশ্ এবং অবশেষে সল্-ফিউরিক্ এসিড্ মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ সংযোগে উহা ঘন করিয়া লইলে সল্ফেট্ অব্ পোটাসিয়ম্ দানার আকারে পৃথক্ হইয়া পড়ে।

ইহা বর্ণহীন, দানাযুক্ত, আস্বাদনে ঈষৎ তিক্ত ও লবণাক্ত। ইহা জলে অল্প পরিমাণে দ্রবণীয়।

নাইট্রেট্ অফ্ পোটাসিয়ম্ (Nitrate of Potassium, KNO_3 সোরা)—ভারতবর্ষের স্থানে স্থানে নাইট্রেট্ অফ্ পোটাসিয়ম্ মৃত্তিকার সহিত মিশ্রিত এবং ভূমির উপরিভাগে শ্বেতবর্ণ লবণের আকারে পতিত থাকে। নাইট্রোজেন্-সংযুক্ত অর্গানিক্ পদার্থের সহিত চূণ ও উদ্ভিদ্ভস্ম মিশ্রিত করিয়া অনাবৃত অবস্থায় রাখিলে কিছুদিন পরে নাইট্রেট্ অফ্ পটাশ্ ও নাইট্রেট্ অফ্ ক্যাল্সিয়ম্ একত্রে প্রস্তুত হয়। ইহাদিগের জলমিশ্রিত দ্রাবণে কার্ব্বনেট্ অফ্ পটাস্ যোগ করিলে ক্যাল্সিয়ম্ ধাতু কার্ব্বনেট রূপে অধঃস্থ হইয়া পড়ে এবং নাইট্রেট্ অব্ পটাশ্ দ্রাবণ মধ্যে দ্রব হইয়া থাকে; এই দ্রাবণ ছাঁকিয়া ঘন করিয়া লইলে নাইট্রেট্ অব্ পোটাসিয়ম্ দানা বাঁধিয়া পৃথক্ হইয়া পড়ে।

নাইট্রেট্ অব্ পটাশ্ বর্ণহীন; ইহা মুখে রাখিলে বিস্বাদ ও শীতলতা অনুভূত হয়। ইহা জলে দ্রবণীয়; উত্তাপ প্রয়োগে প্রথমতঃ সশব্দে চতুর্দ্দিকে ছড়াইয়া পড়ে; পরে অধিকতর উত্তাপে দ্রবীভূত হয় এবং অক্সিজেন্ বাষ্প উৎপাদন করিয়া নাইট্রাইট্ অফ্ পোটাসিয়ম্ (Nitrite of Potassium) নামক যৌগিকে পরিণত হয়।

১৩৭ পরীক্ষা।—উগ্র সল্ফিউরিক্ এসিড্ ও তাম্রপাত ইহার সহিত একত্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে রক্তবর্ণ ধূম নির্গত হয়।

নাইট্রেট্ অফ্ পটাশের সহিত কয়লা বা অপর কোন দাহ্য পদার্থ মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে অধিক পরিমাণে অক্সিজেন্ নির্গত হইয়া প্রচণ্ড বেগে দহন কার্য্য সম্পাদন করে, এজন্য বারুদ প্রস্তুত করণে নাইট্রেট্ অব্ পটাশ্ ব্যবহৃত হয়। বারুদের অন্য উপাদান গন্ধক ও কয়লা; বারুদ রুদ্ধ স্থানে বা জলের মধ্যে জ্বলিতে পারে, কারণ নাইট্রেট্ অফ্ পটাশের মধ্যে যে অক্সিজেন্ আছে, তাহার দ্বারাই বারুদের দহন কার্য্য সম্পাদিত হয়—বায়ুস্থিত অক্সিজেনের

সাহায্য আবশ্যক হয় না। উৎকৃষ্ট বিলাতী বন্দুকের বারুদে শতকরা ৭৫ ভাগ সোরা, ১৫ ভাগ কয়লা ও ১০ ভাগ গন্ধক থাকে।

ক্লোরেট্ অব্ পোটাসিয়ম্ Chlorate of Potassium, $KClO_3$)—১। কার্ব্বনেট্ অফ্ পটাশ্, কলিচূণ এবং জল একত্রে মিশ্রিত করিয়া তন্মধ্যে ক্লোরিণ্ বাষ্প প্রবেশ করাইলে অন্যান্য পদার্থের সহিত ক্লোরেট অফ্ পটাশ্ উৎপন্ন হয়। দ্রাবণ ছাঁকিয়া উত্তাপ সংযোগে ঘন করিয়া লইলে এই পদার্থ দানার আকারে পৃথক্ হইয়া পড়ে।

২। ক্যাল্সিয়ম্ ক্লোরেটের দ্রাবণে পোটাসিয়ম্ ক্লোরাইড্ যোগ করিলে পোটাসিয়ম্ ক্লোরেট্ প্রস্তুত হয়।

ক্লোরেট্ অব্ পটাশ্ দেখিতে বর্ণহীন, স্বচ্ছ ও দানাযুক্ত; মুখে রাখিলে শীতলতা অনুভূত হয়। ইহা জলে অধিক পরিমাণে দ্রবণীয় নহে। ক্লোরেট্ অফ্ পটাশের সহিত উগ্র সল্ফিউরিক্ এসিড্ একত্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে সশব্দ-স্ফোটন হয় এবং ক্লোরিণ্ পারক্সাইডের হরিদ্রাবর্ণ গ্যাস্ উদ্গত হয়। গন্ধকের সহিত একত্রিত করিয়া খলে পেষণ করিলে ইহা সশব্দে জ্বলিয়া উঠে, তাহা পূর্ব্বে উল্লিখিত হইয়াছে।

অক্সিজেন্ প্রস্তুত করিবার নিমিত্ত ক্লোরেট্ অফ্ পটাশ্ ব্যবহৃত হয়, তাহারও পূর্ব্বে উল্লেখ করা গিয়াছে।

১০৮ পরীক্ষা।—একটী পরীক্ষা নলের মধ্যে ক্লোরেট্ অব্ পটাশ্ রাখিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে উহা প্রথমতঃ দ্রব হয়, পরে ফুটিতে থাকে এবং উহা হইতে প্রচুর পরিমাণে অক্সিজেন্ গ্যাস্ নির্গত হয়; এক্ষণে একটী অগ্নি-মুখ দীপশলাকা পরীক্ষা-নলের মধ্যে প্রবেশ করাইলে অক্সিজেন্ গ্যাস্ সংযোগে উহা তৎক্ষণাৎ জ্বলিয়া উঠে।

ক্লোরেট্ অফ্ পটাশের সহিত উগ্র হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ মিশ্রিত হইলে অন্যান্য গ্যাসের সহিত ক্লোরিণ্ গ্যাস্ প্রচুর পরিমাণে নির্গত হয়, ইহাও পূর্ব্বে উল্লিখিত হইয়াছে।

পার্ম্যাঙ্গানেট্ অফ্ পটাশ্ (Permanganate of Potassium, $KMnO_4$)—ক্লোরেট্ অফ্ পটাশ্, ম্যাঙ্গানীজ্ ডাই-অক্সাইড্ এবং কষ্টিক্ পটাসের দ্রাবণ একত্রে মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ সংযোগে শুষ্ক করতঃ উহাকে পোড়াইয়া অবশিষ্ট পদার্থ জলের সহিত মিশ্রিত করিয়া ফুটাইতে

হইবে এবং তন্মধ্যে অধিক পরিমাণে কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ প্রবেশ করাইয়া উত্তাপ প্রয়োগে দ্রাবণ ঘন করিয়া লইলে পার্ম্যাঙ্গানেট্ অফ্ পটাশ্ দানার আকারে পৃথক্ হইয়া পড়ে।

পার্ম্যাঙ্গানেট্ অফ্ পটাশ্ দেখিতে গাঢ় বেগুণীবর্ণ ও দানাযুক্ত। ইহা জলে অতি সহজে দ্রবণীয়; পরিমাণের আধিক্য বা অল্পতা অনুসারে দ্রাবণের বর্ণ গাঢ় বা ফিকা রক্তবর্ণ হয়।

১৩৯ পরীক্ষা।—পার্ম্যাঙ্গানেট্ অব্ পটাশের একটী ক্ষুদ্র দানা ১ আউন্স্ জলে নিক্ষেপ করিলে জল লোহিতবর্ণ ধারণ করে।

লাইকার্ পোটাসি পার্ম্যাঙ্গানেটিস্ (Liquor Potassii Permanganatis) নামক ইহার জল-মিশ্রিত দ্রাবণ ফার্ম্মাকোপিয়াতে ব্যবহৃত হয়। এতদ্ব্যতীত কণ্ডীজ্ ফ্লুইড্ (Condy's Fluid) নামক যে দ্রাবণ দুর্গন্ধময় ক্ষত ধৌত করিবার নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়, ৪ গ্রেণ্ পোটাসিয়ম্ পার্ম্যাঙ্গানেট্ ১ আউন্স্ জলে দ্রব করিয়া তাহা প্রস্তুত হয়।

পার্ম্যাঙ্গানেট্ অব্ পটাশ্ পচন ও দুর্গন্ধনিবারক। ইহা একটী অক্সিজেন্-প্রদায়ক পদার্থ। ইহার প্রধান গুণ এই যে কোন অর্গানিক্ পদার্থের সহিত একত্রিত হইলে সহজেই অক্সিজেন্ প্রদান পূর্ব্বক উহাকে অক্সিজেন্-সংযুক্ত (Oxidised) করিয়া পরিবর্ত্তিত করিয়া ফেলে, একারণ ক্ষতস্থানের উপর যে দুর্গন্ধময় পচা অর্গানিক্ পদার্থ থাকে, তাহা ইহার দ্রাবণে ধৌত হইলে নষ্ট হয় এবং ক্ষত শীঘ্র সারিয়া যায়।

১৪০ পরীক্ষা।—একটী পরীক্ষা-নলে পোটাসিয়ম্ পার্ম্যাঙ্গানেটের দ্রাবণ লইয়া উহাতে মূত্র বা অন্য কোন অর্গানিক্ পদার্থ যোগ করিলে দ্রাবণ একেবারে বর্ণহীন হইয়া যায়।

পার্ম্যাঙ্গানেট্ অব্ পটাশ্ এইরূপে অর্গানিক্ পদার্থ নষ্ট করে বলিয়া বহুদিন হইতে সর্পবিষ নাশের নিমিত্ত ইহার ব্যবহার চলিয়া আসিতেছে। অহিফেন ও অন্যান্য উদ্ভিজ্জ-বিষ নষ্ট করিবার নিমিত্ত বিষাক্রান্ত রোগীদিগের আমাশয় (Stomach) এই পদার্থের দ্রাবণ দ্বারা ধৌত করা হইয়া থাকে।

পোটাসিয়ম্ সিলিকেট্ (Potassium Silicate, K_2SiO_4)

ইহা বংশ প্রভৃতি কতিপয় উদ্ভিদের মধ্যে "বংশলোচন" রূপে অবস্থিতি করে।

ইহা কাচের ন্যায় স্বচ্ছ ও জলে দ্রবণীয়, এজন্য ইহা দ্রবণীয় কাচ (Soluble glass) নামে পরিচিত।

পোটাসিয়ম্ ক্লোরাইড্ (Potassium Chloride, KCl)—পূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে যে জর্ম্মণীর অন্তঃপাতী ষ্টাস্‌ফর্ট্ নামক স্থানে এই পদার্থ ভূমির মধ্যে অবস্থিত থাকিতে দেখা যায়। সমুদ্র জলেও ইহা যথেষ্ট পরিমাণে বিদ্যমান আছে; ইহা শ্বেতবর্ণ, দানাযুক্ত ও জলে দ্রবণীয়।

পোটাসিয়ম্ আইওডাইড্ (Potassium Iodide, KI)—কষ্টিক পটাশের দ্রাবণে আইওডিন্ যোগ করিয়া শুষ্ক করতঃ উহার সহিত কয়লার গুঁড়া মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে আইওডাইড্ অফ্ পোটাসিয়ম্ প্রস্তুত হয়। ইহা একটী উপকারী ঔষধ। ফার্ম্মাকোপিয়াতে ইহা অয়েন্ট্‌মেন্ট্ (মলম) এবং লিনিমেন্ট্ (মালিশ) রূপে ব্যবহৃত হয়।

পোটাসিয়ম্ আইওডাইড্ দেখিতে শুভ্রবর্ণ, দানাযুক্ত ও আস্বাদনে লবণাক্ত; ইহা জলে অতি সহজে দ্রবণীয়। ইহার দ্রাবণে আইওডিন্ অতি সহজে দ্রব হয়। ফটোগ্রাফি প্রভৃতি শিল্প কার্য্যে ইহা যথেষ্ট পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

১৪১ পরীক্ষা—আইওডাইড্ অফ্ পোটাসিয়মের দ্রাবণে শ্বেতসার মণ্ড মিশ্রিত করিয়া ক্লোরিণ্ ওয়াটার্ যোগ করিলে দ্রাবণ নীলবর্ণ ধারণ করে।

১৪২ পরীক্ষা। ইহার দ্রাবণে সীসের দ্রাবণ যোগ করিলে হরিদ্রাবর্ণ আইওডাইড্ অফ্ লেড্ অধঃস্থ হয়।

১৪৩ পরীক্ষা।—নাইট্রেট্ অফ্ সিল্‌ভারের সহিত ঈষৎ হরিদ্রাবর্ণ আইওডাইড্ অফ্ সিল্‌ভার্ অধঃস্থ হয়।

ব্রোমাইড অফ্ পোটাসিয়ম্ (Bromide of Potassium, KBr)—আইওডাইড্ অব্ পোটাসিয়ম যেরূপে প্রস্তুত হয়, ইহাও সেইরূপে প্রস্তুত হইয়া থাকে, কেবল আইওডিনের পরিবর্ত্তে ব্রোমিন্ ব্যবহৃত হয়।

পোটাসিয়ম্ ব্রোমাইড্ দেখিতে পোটাসিয়ম্ আইওডাইডের মত কিন্তু ইহার আস্বাদন উগ্র-লবণাক্ত। পোটাসিয়ম্ আইওডাইডের ন্যায় ইহাও ঔষধরূপে এবং ফটোগ্রাফিতে ব্যবহৃত হয়।

১৪৪ পরীক্ষা—ইহার দ্রাবণে ক্লোরিণ্ ওয়াটার্ ও ক্লোরোফর্ম্ যোগ করিয়া আলোড়ন করিলে অধঃস্থ ক্লোরোফর্ম্ রক্তবর্ণ ধারণ করে।

পোটাসিয়ম্ সল্ফাইড্ (Potassium Sulphide)—পোটাসিয়ম্ ধাতু গন্ধকের সহিত মিলিত হইয়া অনেকগুলি সল্ফাইড প্রস্তুত করে। ফার্ম্মাকোপিয়াতে যে সল্ফিউরেটেড্ পটাশের (Sulphuretted potash) উল্লেখ আছে, তাহা কার্ব্বনেট্ অফ্ পটাশ্ ও গন্ধক একত্রে উত্তপ্ত করিয়া প্রস্তুত হয়। ইহা দেখিতে পাটল বর্ণের ও ভঙ্গ-প্রবণ, সল্ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেনের ন্যায় দুর্গন্ধযুক্ত ও অতিশয় বিস্বাদ যুক্ত। জলে দ্রব হইয়া হরিদ্রাবর্ণের দ্রাবণ প্রস্তুত করে। ফার্ম্মাকোপিয়াতে ইহার অয়েণ্ট্মেণ্ট ব্যবহৃত হয়।

পোটাসিয়মের স্বরূপ-নিরূপণ (Tests)।

পোটাসিয়ম্ ক্লোরাইডের ঘন দ্রাবণ পরীক্ষার জন্য ব্যবহৃত হয়।

১। পোটাসিয়মের যৌগিক প্ল্যাটিনম্ তার সংযোগে দীপশিখায় উত্তপ্ত হইলে শিখার বর্ণ বেগুণী (Violet) হয়।

২। পোটাসিয়ম্ ক্লোরাইডের দ্রাবণে প্ল্যাটিনিক্ ক্লোরাইড্ ($PtCl_4$) যোগ করিলে হরিদ্রাবর্ণ দানাবিশিষ্ট ডবল্ ক্লোরাইড্ অফ্ পোটাসিয়ম্ ও প্ল্যাটিনম্ ($2KCl,PtCl_4$) প্রস্তুত হয়।

৩। টার্টারিক্ এসিড্ সংযোগে শ্বেতবর্ণ দানাবিশিষ্ট হাইড্রোজেন্ পোটাসিয়ম্ টার্ট্রেট্ ($C_4KH_5O_6$) প্রস্তুত হয়।

সোডিয়ম্ (Sodium)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন Na ; পারমাণবিক গুরুত্ব ২৩।

স্যার্ হম্ফ্রে ডেভি পোটাসিয়ম্ ধাতুর আবিষ্কারের অব্যবহিত পরেই কষ্টিক্ সোডা হইতে একই উপায়ে সোডিয়ম্ ধাতু পৃথক্ করিয়াছিলেন। আজিও তড়িৎ-প্রবাহ সঞ্চালন দ্বারা কষ্টিক্ সোডা হইতে বহুল পরিমাণে সোডিয়ম্ ধাতু প্রস্তুত হইতেছে। কার্ব্বনেট্ অফ্ সোডাকে কয়লার সহিত মিশ্রিত করিয়া উত্তপ্ত করিলেও সোডিয়ম্ ধাতু বাষ্পাকারে পৃথক্ হয়।

সোডিয়মের যৌগিক পৃথিবীর সর্ব্বত্র প্রচুর পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়। সৈন্ধব লবণ, সাজিমাটী, চিলি দেশীয় সোরা (Chili Saltpetre) প্রভৃতি খনিজ-পদার্থ এই ধাতুর যৌগিক বিশেষ। আমরা যে লবণ খাদ্যের সহিত ব্যবহার

করি, তাহা এই ধাতুর ক্লোরাইড্; উহা সমুদ্র জল হইতে প্রচুর পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—সোডিয়ম্ দেখিতে পোটাসিয়মের ন্যায় উজ্জ্বল শুভ্রবর্ণ এবং অপেক্ষাকৃত কঠিন হইলেও ইহাকে ছুরি দ্বারা অনায়াসে কাটিতে পারা যায়। জলে নিক্ষেপ করিলে অনতিবিলম্বে জল বিশ্লিষ্ট হইয়া হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ উৎপন্ন হয় এবং সোডিয়ম্, হাইড্রোজেন্ ও অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া কষ্টিক্ সোডা রূপে জলমধ্যে দ্রব হইয়া থাকে। শীতল জলে ফেলিলে ইহা পোটাসিয়মের ন্যায় সহজে জ্বলিয়া উঠে না কিন্তু উষ্ণ জলে নিক্ষেপ করিলে শীঘ্র জ্বলিয়া উঠে। অনাবৃত অবস্থায় থাকিলে অক্সিজেনের সহিত সহজে মিলিত হয়, এজন্য পোটাসিয়মের ন্যায় ইহাকেও ন্যাপ্‌থার মধ্যে নিমজ্জিত করিয়া রাখা হয়। অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া সোডিয়ম্ অক্সাইড্ (Na_2O) এবং সোডিয়ম্ ডাই অক্সাইড্ (Na_2O_2) নামক দুইটি যৌগিক প্রস্তুত করে।

সোডিয়ম্ ও পারদ একত্রিত করিয়া অল্প উত্তাপ প্রয়োগ করিলে সশব্দে জ্বলিয়া উঠে এবং সোডিয়ম্ এমাল্‌গ্যাম্ (Sodium amalgam) নামক পারদ-মিশ্রণ প্রস্তুত হয়। এই পারদ-মিশ্রণ জলে নিক্ষেপ করিলে জল বিশ্লিষ্ট হইয়া হাইড্রোজেন্ গ্যাস উৎপন্ন হয়।

কষ্টিক্ সোডা (Caustic Soda, NaHO)—সোডিয়ম্ ধাতুর এই যৌগিক কষ্টিক্ পটাশের সহিত সমধর্ম্মাবলম্বী এবং ইহাদিগের প্রস্তুত-করণ-প্রণালীও একরূপ, কেবল কার্ব্বনেট্ অফ্ পোটাসিয়মের পরিবর্ত্তে কার্ব্বনেট্ অফ্ সোডিয়ম্ ব্যবহৃত হয়। অধুনা নেল্‌সনের যন্ত্র (Nelson's Cell) মধ্যে সোডিয়ম্ ক্লোরাইডের দ্রাবণে তড়িৎ-প্রবাহ সঞ্চালিত করিয়া এই পদার্থ বহুল পরিমাণে প্রস্তুত করা হইতেছে। এই পদার্থের সহিত জল মিশ্রিত করিয়া ফার্ম্মাকোপিয়ার লাইকার্ সোডা (Liquor Soda) প্রস্তুত করা হয়। সাবান প্রস্তুত করিবার জন্য কষ্টিক্ সোডা প্রচুর পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

কার্ব্বনেট্ অফ্ সোডা (Carbonate of Soda, Na_2CO_3, 10 H_2O)—পূর্ব্বে এই পদার্থ লেব্‌ল্যাঙ্কের (Leblanc) প্রণালী মতে প্রস্তুত হইত। সোডিয়ম্ ক্লোরাইডকে উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিডের সহিত মিশ্রিত

করিলে সল্‌ফেট্‌ অফ্‌ সোডা উৎপন্ন হয়, ইহার অপর নাম সল্ট্‌ কেক্‌ (Salt-cake)। এই পদার্থের সহিত পাতুরে কয়লার গুঁড়া ও চা-খড়ি মিশ্রিত করিয়া উহাকে দগ্ধ করিলে কার্ব্বনেট্‌ অফ্‌ সোডা প্রস্তুত হয়। পরে জলের সহিত মিশ্রিত হইলে কার্ব্বনেট্‌ অফ্‌ সোডা জলে দ্রব হইয়া থাকে।

সম্প্রতি এমোনিয়া-সোডা প্রণালী (Ammonia-Soda process) মতে এই পদার্থ প্রচুর পরিমাণে প্রস্তুত হইতেছে (বাই-কার্ব্বনেট্‌ অফ্‌ সোডা দেখ)।

এই লবণ দেখিতে বর্ণহীন, দানাযুক্ত ও স্বচ্ছ, আস্বাদনে উগ্র ও বোদা; বায়ুসংস্পর্শে দানাগুলির উপর একটী শুভ্র আবরণ নিপতিত হয়, ইংরাজীতে ইহাকে এফ্লোরেসেন্স্‌ (Efflorescence) কহে। ইহা পোটাসিয়ম্‌ কার্ব্বনেটের ন্যায় জল-শোষক নহে। ইহা কাচ ও সাবান প্রস্তুত করিবার জন্য যথেষ্ট পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

বাই-কার্ব্বনেট্‌ অফ্‌ সোডা (Bi-carbonate of Soda, $NaHCO_3$)—বাই-কার্ব্বনেট অফ্‌ পোটাসিয়মের ন্যায় ইহাও সোডিয়ম্‌ কার্ব্বনেট্‌ হইতে একই উপায়ে প্রস্তুত হইয়া থাকে।

ক্লোরাইড্‌ অফ্‌ সোডিয়মের ঘন দ্রাবণে অধিক পরিমাণে এমোনিয়া গ্যাস্‌ প্রবেশ করাইয়া পরে কার্ব্বনিক্‌ এসিড্‌ গ্যাস প্রবেশ করাইলে বাই-কার্ব্বনেট্‌ অফ্‌ সোডা অধঃস্থ হয়। সম্প্রতি এই উপায়ে বাই-কার্ব্বনেট্‌ অফ্‌ সোডা বহুল পরিমাণে প্রস্তুত হইতেছে; ইহা পোড়াইলে কার্ব্বনেট্‌ অব্‌ সোডা প্রস্তুত হয়। এই প্রণালী এমোনিয়া সোডা প্রণালী নামে অভিহিত।

সোডিয়ম্‌ বাই কার্ব্বনেট্‌ শ্বেতবর্ণ, চূর্ণ বা ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র দানার আকারে অবস্থিতি করে; ইহার আস্বাদন বোদা কিন্তু উগ্র নহে; ইহা জলে দ্রবণীয় এবং যে কোন দ্রাবকের সহিত একত্রিত হইলে ফুটিয়া উঠে। আমরা যে সোডা ওয়াটার্‌ (Liquor Soda Effervescence) পান করি, বাই-কার্ব্বনেট্‌ অফ্‌ সোডা জলে দ্রব করিয়া যন্ত্র সাহায্যে তন্মধ্যে কার্ব্বনিক্‌ এসিড্‌ গ্যাস্‌ সহজ বায়ু-চাপের চতুর্গুণ অধিক চাপে প্রবেশ করাইয়া তাহা প্রস্তুত হয়। ইহার লজেঞ্জ্‌ (Lozenges) ঔষধার্থে ব্যবহৃত হয়।

বোরাক্স্‌ (Borax, Biborate of Sodium, $Na_2B_4O_7, 10H_2O$)—সোহাগা তিব্বত হইতে ভারতবর্ষে আনীত হয়। টস্কানি প্রদেশস্থ

কতকগুলি হ্রদে বোরাসিক্ এসিড্ প্রচুর পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়; ঐ সকল হ্রদের জল কার্ব্বনেট্ অফ্ সোডিয়ম্ সংযোগে নক্ষারায় করতঃ শুষ্ক করিয়া লইলে বোরাক্স্ প্রস্তুত হয়।

সোহাগা বর্ণহীন, দানাযুক্ত, ক্ষার-প্রতিক্রিয়া-সম্পন্ন ও আস্বাদনে বোদা; শীতল অপেক্ষা উষ্ণ জলে অধিক পরিমাণে দ্রবণীয়।

সোহাগা পোড়াইলে প্রথমতঃ স্ফীত হয়, পরে অধিকতর উত্তাপ প্রয়োগ করিলে উহা গলিয়া কাচের ন্যায় স্বচ্ছ হয়। সোহাগা পুড়িয়া স্ফীত হইলে উহাকে সাধারণ ভাষায় "সোহাগার খই" কহে। সোহাগা গ্লিসেরিন্ (Glycerine) ও মধুর সহিত মিশ্রিত হইয়া যথাক্রমে গ্লিসেরিনম্ বোরাসিস্ (Glycerinum Boracis) ও মেল্ বোরাসিস্ (Mel Boracis) নামক দুইটী ঔষধ প্রস্তুত করে এবং উহারা বাহ্যিক প্রয়োগের নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়।

১৯৫ পরীক্ষা। একটি কাচ পাত্রে সোহাগা-চূর্ণ রাখিয়া উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিডের সহিত উত্তমরূপে মিশ্রিত করতঃ উহাতে সুরা-সার যোগ করিয়া অগ্নি সংযোগ করিলে সুরা-সার হরিদ্বর্ণ শিখা ধারণ করিয়া জ্বলিতে থাকে। সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ সাহায্যে বোরাসিক্ এসিড্ সোহাগা হইতে পৃথক্ হইয়া সুরা-সারে দ্রব হয় এবং জ্বলিবার সময় শিখাকে সবুজবর্ণে রঞ্জিত করে।

ক্লোরাইড্ অফ্ সোডিয়ম্ (Chloride of Sodium, $NaCl$)—এই লবণ আমরা খাদ্যের সহিত ব্যবহার করি। সৈন্ধব লবণরূপে ইহা খনির মধ্যে অবস্থিতি করে এবং কতিপয় প্রস্রবণ ও সমুদ্র জল হইতে ইহা প্রচুর পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়; সমুদ্র জলে শতকরা ৩ ভাগ খাদ্য-লবণ থাকে। সমুদ্র জল শুষ্ক করিয়া যে লবণ প্রস্তুত হয়, তাহাকে "পাঙা" লবণ কহে। ইহার সম্বন্ধে বিশেষ নূতন কিছু বলিবার নাই।

১৯৬ পরীক্ষা। ইহার দ্রাবণে নাইট্রেট্ অফ্ সিল্‌ভার্ যোগ করিলে শ্বেতবর্ণ ক্লোরাইড্ অফ্ সিল্‌ভার্ অধঃস্থ হয়। এই অধঃস্থ পদার্থ এমোনিয়াতে সহজে দ্রবণীয়।

ব্রোমাইড্ অফ্ সোডিয়ম্ (Bromide of Sodium, $NaBr$)—ইহার প্রস্তুত-করণ প্রণালী ঠিক পোটাসিয়ম্ ব্রোমাইডের ন্যায়, কেবল কষ্টিক্ পটাসের পরিবর্ত্তে কষ্টিক্ সোডা ব্যবহৃত হয়। ধর্ম্ম সম্বন্ধে ইহা পোটাসিয়ম্ ব্রোমাইডের অনুরূপ।

আইওডাইড্ অফ্ সোডিয়ম্ (Iodide of Sodium,

NaI)—ইহার প্রস্তুত-করণ প্রণালী ঠিক পোটাসিয়ম্ আইওডাইডের স্থায়, কেবল কষ্টিক্ পটাসের পরিবর্ত্তে কষ্টিক্ সোডা ব্যবহৃত হয়। ধর্ম্ম সম্বন্ধে ইহা পোটাসিয়ম্ আইওডাইডের অনুরূপ।

টার্ট্রেটেড্ সোডা (Tartrate of Sodium and Potassium, Rochelle Salt, $NaKC_4H_4O_6,4H_2O$)—এসিড্ টার্ট্রেট্ অফ্ পোটাসিয়ম্ ও কার্ব্বনেট্ অফ্ সোডা জলের সহিত মিশ্রিত করতঃ ফুটাইয়া ছাঁকিতে হইবে; পরে ছাঁকিত দ্রাবণ ঘন করিয়া লইলে এই পদার্থ দানার আকারে পৃথক্ হইয়া পড়ে।

ইহা দেখিতে বর্ণহীন, স্বচ্ছ, দানাযুক্ত, জলে সহজেই দ্রবণীয় এবং আস্বাদনে লবণাক্ত; দগ্ধ হইলে কৃষ্ণবর্ণ ধারণ করে।

সোডিয়ম্ নাইট্রেট্ (Nitrate of Sodium, $NaNO_3$)—আমেরিকার অন্তঃপাতী পেরু ও চিলি প্রদেশে ইহা পর্য্যাপ্ত পরিমাণে ভূ-গর্ভ মধ্যে প্রাপ্ত হওয়া যায়। নাইট্রিক্ এসিড্ ও সোরা প্রস্তুত-করণ এবং জমিতে সার দিবার জন্য আমেরিকা হইতে প্রচুর পরিমাণে ইহার আমদানি হইয়া থাকে।

সোডিয়ম্ সল্ফেট্ (Sulphate of Sodium, $Na_2SO_4, 12H_2O$)—সোডিয়ম্ ক্লোরাইডের সহিত উগ্র সল্ফিউরিক্ এসিড্ মিশ্রিত হইলে এই পদার্থ উৎপন্ন হয়। ইহা গ্লবার্ সল্ট্ বা সল্ট্ কেক্ (Glauber's salt or Salt-cake) নামে পরিচিত। লেব্ল্যাঙ্কের প্রণালী মতে কার্ব্বনেট্ অফ্ সোডা প্রস্তুত-করণ সময়ে ইহা উৎপন্ন হইয়া থাকে। এই পদার্থ ঔষধার্থে ব্যবহৃত হয়।

সোডিয়ম্ ফস্ফেট্ (Phosphate of Sodinm, $Na_2HPO_4, 12H_2O$) ইহা অস্থি-ভস্ম হইতে উগ্র সল্ফিউরিক্ এসিড্ ও কার্ব্বনেট্ অফ্ সোডা সংযোগে প্রস্তুত হয়।

এই পদার্থ স্বচ্ছ, বর্ণহীন, দানাযুক্ত ও আস্বাদনে লবণাক্ত এবং জলে সহজেই দ্রবণীয়।

সোডিয়মের উপরিলিখিত যৌগিক ব্যতীত সোডিয়ম্ সল্ফাইট্ (Sodium Sulphite), সোডিয়ম্ আর্সেনাইট্ (Arsenite of Soda),

সোডিয়ম্ হাইপো-ফস্‌ফাইট্, Sodium Hypo-phosphite,), সোডিয়ম্ সিলিকেট্ (Sodium Silicate) ও সোডিয়ম্ হাইপো-সল্‌ফাইট্ (Sodium Hypo-sulphite) প্রভৃতি অপর কতিপয় যৌগিক আছে, কিন্তু সে গুলি ঔষধার্থে তাদৃশ আবশ্যকীয় নহে বলিয়া এস্থলে তাহাদিগের আলোচনা করা গেল না।

সোডিয়ম্ ধাতুর স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

সোডিয়ম্ ক্লোরাইডের দ্রাবণ পরীক্ষার জন্ত ব্যবহৃত হয়।

১। মেটাষ্টিবণিক্ এসিড্ সংযোগে শ্বেতবর্ণ মেটাষ্টিমনেট্ অব্ সোডা প্রস্তুত হয়। ইহাই সোডিয়ম্ ধাতুর একমাত্র জলে অদ্রবণীয় যৌগিক।

২। সোডিয়মের যৌগিক দীপশিখায় উত্তপ্ত হইলে শিখা উজ্জ্বল হরিদ্রাবর্ণে রঞ্জিত হয়।

এমোনিয়ম্ যৌগিক (Ammonium Salts)।

এ পর্য্যন্ত এমোনিয়ম্ ধাতব আকারে প্রাপ্ত হওয়া যায় নাই। ভিন্ন ভিন্ন দ্রাবকের সহিত মিলিত হইয়া ইহার যে সকল যৌগিক প্রস্তুত হয়, তাহারা পোটাসিয়ম্ ও সোডিয়মের যৌগিক সমূহের সহিত অনেকাংশে সমধর্ম্মাক্রান্ত। পোটাসিয়ম্ ও সোডিয়ম্ ধাতুর যৌগিকে উক্ত ধাতুদ্বয়ের পরমাণুর পরিবর্ত্তে এমোনিয়মের পরমাণু সমভাগে সংযুক্ত হইলে এমোনিয়ম্ ধাতুর তদনুরূপ যৌগিক প্রস্তুত হয় এবং এই কারণেই পোটাসিয়ম্ ও সোডিয়মের ন্যায় এমোনিয়ম্ ও একটী ধাতু বলিয়া অনুমিত হইয়া থাকে।

সোডিয়ম্ এমাল্‌গ্যামের ন্যায় এমোনিয়ম্ এমাল্‌গ্যাম্ নামক একটী ধাতব আকারের পারদ-মিশ্রণ প্রস্তুত করা যাইতে পারে। এমোনিয়ম্ ক্লোরাইডের দ্রাবণের সহিত সোডিয়ম্ এমাল্‌গ্যাম্ একত্রিত করিলে উহা অতিশয় স্ফীত হইয়া দ্রাবণের উপর ভাসিতে থাকে; এই লঘু ও স্ফীত পদার্থই এমোনিয়ম্ এমাল্‌গ্যাম্। ইহা শীঘ্রই এমোনিয়া, হাইড্রোজেন্ এবং পারদ এই তিন বিভিন্ন পদার্থে বিশ্লিষ্ট হইয়া পড়ে। অন্যান্য ধাতুর ন্যায় পারদের সহিত মিলিত হইয়া এরূপ এমাল্‌গ্যাম্ প্রস্তুত হয় বলিয়া এমোনিয়মকে একটী ধাতু বলিয়া অনুমান করা যায়।

লাইকার্ এমোনিয়া ফর্টিয়র্ (Liquor Ammonia Fortior)—এমোনিয়া গ্যাস্ জলে দ্রব করিয়া এই পদার্থ প্রস্তুত হয়। নিম্নলিখিত উপায়ে ইহা প্রস্তুত করা যায়। এমোনিয়ম্ ক্লোরাইড্ (নিসাদল) ও কলিচুন

চোরা প্লাজে একত্রে মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে এমোনিয়া গ্যাস্ নির্গত হয়; এই গ্যাস্ শীতল জলে প্রবেশ করাইলে উপরোক্ত দ্রাবণ উৎপন্ন হয়। ইহাতে শতকরা ৩২.৫ ভাগ এমোনিয়া গ্যাস্ থাকে।

এই দ্রাবণ বর্ণহীন ও অতীব উগ্রগন্ধ-যুক্ত; অনাবৃত অবস্থায় রাখিলে ইহা হইতে এমোনিয়া গ্যাস্ নির্গত হইতে থাকে। যে বোতলের মধ্যে এই পদার্থ থাকে, বরফ জলে উত্তমরূপে শীতল করিয়া তাহার ছিপি খোলা উচিত; অসাবধানে বোতল খুলিলে ছিপি উড়িয়া এমোনিয়ার দ্রাবণ এত সতেজে বহির্গত হইতে পারে যে উহার উগ্রগন্ধে নিকটস্থিত লোকের শ্বাসরোধ হইয়া মৃত্যু পর্য্যন্ত ঘটিবার সম্ভাবনা।

এই দ্রাবণ উগ্রক্ষার-প্রতিক্রিয়া-সম্পন্ন; ইহাতে ভিন্ন ভিন্ন দ্রাবক যোগ করিলে এমোনিয়ার ভিন্ন ভিন্ন যৌগিক প্রস্তুত হয়। ইহার একভাগ, দুইভাগ চোয়াই করা জলের সহিত মিশ্রিত করিয়া ফার্ম্মাকোপিয়ার লাইকার্ এমোনিয়া প্রস্তুত হয় এবং তিনভাগ অলিভ্ তৈলের (Olive oil) সহিত মিশ্রিত হইয়া লিনিমেণ্ট্ এমোনিয়া নামক মালিশের ঔষধ প্রস্তুত হয়। স্পিরিটাস্ এমোনি ফিটিডাস্ (Spiritus Ammoniæ Fœtidus) নামক আর একটী ঔষধও এমোনিয়ার দ্রাবণ হইতে প্রস্তুত হয়।

কার্ব্বনেট্ অফ্ এমোনিয়ম্ (Carbonate ef Ammonium [NH_4]$_2CO_3$)—ক্লোরাইড্ অফ্ এমোনিয়ম্ এবং চা-খড়ি একত্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে এই পদার্থ বাষ্পাকারে উত্থিত হয়; পরে উহাকে শীতল করিলে দানা বাঁধে।

ইহা বর্ণহীন, দানাযুক্ত এবং আস্বাদনে উগ্র; ইহা হইতে এমোনিয়ার গন্ধ নির্গত হয়। ইহা ক্ষার-প্রতিক্রিয়া-সম্পন্ন এবং জলে সহজেই দ্রবণীয়। যে কোন দ্রাবকের সহিত একত্রিত হইলে স্ফুটন হইয়া দ্রব হইয়া যায়। প্লাটিনম্ পাতের উপর রাখিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে ইহা শ্বেতবর্ণ ধূমাকারে উড়িয়া যায়, কিছুমাত্র অবশিষ্ট থাকে না।

স্পিরিট্ এমোনি এরোম্যাটিকাস্ (Spirit Ammoniæ Aromaticus) নামক যে উত্তেজক ঔষধ সর্ব্বদা ব্যবহৃত হয়, তাহা কার্ব্বনেট্ অফ্ এমোনিয়ার সহিত অন্য অন্য পদার্থ সংযোগে প্রস্তুত হইয়া থাকে।

ক্লোরাইড্ অফ্ এমোনিয়ম্ (Chloride of Ammonium, NH_4Cl—নিসাদল)—কোল্ গ্যাস্ প্রস্তুত করিবার সময় যে গ্যাস্ লিকার্ (Gas Liquor) উৎপন্ন হয়, তাহার সহিত কলিচুণ যোগ করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে এমোনিয়া গ্যাস্ প্রস্তুত হয়; ঐ গ্যাস্ জল-মিশ্রিত হাইড্রোক্লোরিক্ এসিডের মধ্যে প্রবেশ করাইয়া উক্ত দ্রাবণ শুষ্ক করিয়া লইলে এমোনিয়ম্ ক্লোরাইড্ প্রস্তুত হয়।

সল্‌ফেট্ অফ্ এমোনিয়া ও সোডিয়ম্ ক্লোরাইড্ একত্রে মিশ্রিত করিয়া উত্তপ্ত করিলেও এই লবণ শ্বেতবর্ণ ধূমাকারে পৃথক্ হইয়া আইসে।

ইহা দেখিতে শ্বেতবর্ণ, ক্ষুদ্র দানা বা লম্বমান আঁশযুক্ত (Fibrous), জলে সহজেই দ্রবণীয়, দ্রব হইবার সময় সমধিক শৈত্য উৎপাদন করে। ইহা আস্বাদনে লবণাক্ত ; পোড়াইলে শ্বেতবর্ণ ধূমাকারে একবারে উড়িয়া যায়।

ব্রোমাইড্ অফ্ এমোনিয়ম্ (Bromide of Ammonium, NH_4Br)—এমোনিয়ার দ্রাবণ হাইড্রোব্রোমিক্ এসিড্ সংযোগে নক্ষারাম্ল করতঃ উত্তাপ প্রয়োগে শুষ্ক করিয়া লইলে এই পদার্থ প্রস্তুত হয়।

ইহা জলে দ্রবণীয়, দেখিতে বর্ণহীন ও দানাযুক্ত এবং আস্বাদনে উগ্র লবণাক্ত।

এমোনিয়ম এসিটেট্ (Acetate of Ammonium, $NH_4C_2H_3O_2$)—কার্ব্বনেট্ অফ্ এমোনিয়ার সহিত এসিটিক্ এসিড্ মিশ্রিত করিয়া দ্রাবণ নক্ষারাম্ল করতঃ শুষ্ক করিয়া লইলে এই যৌগিক প্রস্তুত হয়।

এই পদার্থ বর্ণহীন ও গন্ধবিহীন, ইহার আস্বাদন লবণাক্ত এবং ইহা নক্ষারাম্ল-প্রতিক্রিয়া-সম্পন্ন (Neutral)। চোলাই করা জলের সহিত মিশ্রিত করিয়া লইলে লাইকার্ এমোনিয়া এসিটেটিস্ প্রস্তুত হয়; ইহা সাধারণতঃ জ্বরের ঔষধরূপে ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

এমোনিয়ম্ সাইট্রেট্ (Citrate of Ammonium, $[NH_4]_3C_6H_5O_7$)—এমোনিয়ার উগ্র দ্রাবণ সিট্রিক্ এসিড্ সংযোগে নক্ষারাম্ল করিয়া শুষ্ক করিয়া লইলে এই পদার্থ প্রস্তুত হয়।

আমরা জানি যে লাইকার্ এমোনিয়া সাইট্রেটিস্ নামক ঔষধ ব্যবহার

করিয়া থাকি, তাহা এই যৌগিকের সহিত জল মিশ্রিত করিয়া প্রস্তুত করা হয়।

এমোনিয়ম্ নাইট্রেট্ (Nitrate of Ammonium, NH_4NO_3)—জল-মিশ্রিত নাইট্রিক্ এসিডের সহিত এমোনিয়ার দ্রাবণ মিশ্রিত করিয়া নক্ষারাম্ল করতঃ শুষ্ক করিয়া লইলে এই পদার্থ প্রস্তুত হয়।

ইহা দানাযুক্ত, জলে সহজেই দ্রবণীয় ও জলশোষক। ২৩০°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত হইলে ইহা হাস্যোৎপাদক গ্যাস্ (Nitrous Oxide, laughing gas) উৎপাদন করে।

এমোনিয়ম্ ফস্ফেট্ (Phosphate of Ammonium, $[NH_4]_2HPO_4$)—এমোনিয়ার উগ্র দ্রাবণের সহিত ফস্ফরিক্ এসিডের ঘন দ্রাবণ মিশ্রিত করিয়া শীতল করিলে স্ফটিকাকার পদার্থ অধঃস্থ হয়। ইহা শুষ্ক করিয়া লইলে এমোনিয়ম্ ফস্ফেট্ প্রস্তুত হয়।

ইহা দানাবিশিষ্ট ; অনাবৃত অবস্থায় থাকিলে উপরে একটী শ্বেতবর্ণ আবরণ পতিত হয়। ইহা জলে দ্রবণীয়।

এমোনিয়ম্ সল্ফেট্ (Sulphate of Ammonium, $[NH_4]_2SO_4$)—গ্যাস্ লিকারের (Gas Liquor) সহিত সল্ফিউরিক্ এসিড্ মিশ্রিত করিয়া নক্ষারাম্ল করতঃ শুষ্ক করিয়া লইলে এই পদার্থ প্রস্তুত হয়। ইহা দানাযুক্ত, জলে সহজে দ্রবণীয়। ফট্কিরি প্রস্তুত-করণ ও ভূমিতে সার দিবার নিমিত্ত ইহা প্রচুর পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

এমোনিয়ম্ সল্ফাইড্ (Sulphide of Ammonium, $[NH_4]_2S$)—সল্ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ উগ্র এমোনিয়ার দ্রাবণে প্রবেশ করাইলে এই পদার্থের দ্রাবণ প্রস্তুত হয়।

ইহা দ্রাবণ পীতবর্ণ স্বচ্ছ ও দুর্গন্ধযুক্ত। ইহা ধাতু পরীক্ষার নিমিত্ত পরিচায়ক (Re-agent) রূপে ব্যবহৃত হয়। লৌহ প্রভৃতি ধাতুর যৌগিকের সহিত একত্রিত হইলে জলে অদ্রবণীয় উহাদিগের সল্ফাইড্ অধঃস্থ হয়।

এমোনিয়ম্ যৌগিকের স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

এমোনিয়ম্ ক্লোরাইডের ঘন দ্রাবণ পরীক্ষার জন্ত ব্যবহৃত হয়।

১।—ফস্ফেট ও বোরেট্ এই দুই যৌগিক ব্যতীত এমোনিয়মের অপর সকল যৌগিক

প্ল্যাটিনম্ পাতের উপর রাখিয়া পোড়াইলে ধূমাকারে উড়িয়া যায়, কিছুমাত্র অবশিষ্ট থাকে না।

২। প্ল্যাটিনিক্ ক্লোরাইড্ সংযোগে হরিদ্রাবর্ণ দানাবিশিষ্ট এমোনিয়ম্ ও প্ল্যাটিনমের ডবল্ ক্লোরাইড্ প্রস্তুত হয়।

৩। টার্টারিক্ এসিড্ সংযোগে শ্বেতবর্ণ দানাযুক্ত হাইড্রোজেন্ এমোনিয়ম্ টার্টেট্ প্রস্তুত হয়।

৪। কষ্টিক্ সোডা বা পটাশ্ অথবা চূণ সংযোগে উত্তপ্ত হইলে এমোনিয়া গ্যাস্ নির্গত হয়। ইহার অস্তিত্ব গন্ধদ্বারা এবং ভিজা লাল লিট্‌মস্ কাগজ নীল করিবার গুণ দ্বারা জানা যায়।

৫। নেস্‌লারের দ্রাবণ (Nessler's solution) সংযোগে এমোনিয়ম যৌগিকের দ্রাবণ পাটলবর্ণ ধারণ করে। এমোনিয়ার পরিমাণ অধিক থাকিলে পাটলবর্ণের পদার্থ অধঃস্থ হয়।

লিথিয়ম্ (Lithium)

সাংকেতিক চিহ্ন Li, পারমাণবিক গুরুত্ব ৬.৯৪।

দ্রবীভূত (Fused) ক্লোরাইড্ অফ্ লিথিয়মে তড়িৎ-প্রবাহ সঞ্চালিত হইলে উক্ত লবণ বিশ্লিষ্ট হয় এবং লিথিয়ম্ ধাতু পৃথক্ হইয়া পড়ে।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম—লিথিয়ম্ ধাতু দেখিতে শুভ্রবর্ণ, ওজনে অপর সকল ধাতু হইতে লঘু। এই ধাতুর যৌগিক পৃথিবীর সর্ব্বত্রই অল্প পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়। ইংলণ্ডের অন্তঃপাতী কর্ণোয়াল্ প্রদেশের একটী প্রস্রবণের জলে লিথিয়ম্ ক্লোরাইড্ নামক এই ধাতুর যৌগিক প্রচুর পরিমাণে দ্রব থাকিতে দেখা যায়। এই ধাতু রক্ত, স্তন-দুগ্ধ প্রভৃতি শরীরস্থিত তরল পদার্থেও স্বল্প পরিমাণে অবস্থিতি করে। লিথিয়ম্ ধাতু জলে নিক্ষেপ করিলে ভাসিয়া উঠে।

কার্ব্বনেট্ অফ্ লিথিয়ম্ (Carbonate of Lithium, Li_2CO_3)—ইহা শ্বেতবর্ণ চূর্ণ অথবা ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র দানার আকারে প্রাপ্ত হওয়া যায়। ইহা ক্ষার প্রতিক্রিয়া-সম্পন্ন; জলে সামান্ত পরিমাণে দ্রবণীয় কিন্তু কার্ব্বনিক্ এসিড্ মিশ্রিত জলে অধিক পরিমাণে দ্রব হয়।

বাত এবং পাতরী রোগের চিকিৎসার নিমিত্ত আমরা যে লিথিয়া ওয়াটার (Lithia water) ব্যবহার করিয়া থাকি, কার্ব্বনেট্ অফ্ লিথিয়ম্ জলে দ্রব করিয়া তন্মধ্যে কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ সমধিক চাপে প্রবেশ করাইয়া তাহা প্রস্তুত হয়।

সাইট্রেট্ অব্ লিথিয়ম্ (Citrate of Lithium, $Li_3C_6H_5O_7,4H_2O$)—কার্বনেট্ অফ্ লিথিয়ম্, সিট্রিক্ এসিড্ এবং জল একত্রে মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করতঃ শুষ্ক করিয়া লইলে এই পদার্থ প্রস্তুত হয়।

ইহা দেখিতে শ্বেতবর্ণ চূর্ণাকার, জলে সহজেই দ্রবণীয় এবং জল-শোষক; দগ্ধ হইলে কৃষ্ণবর্ণ ধারণ করে।

লিথিয়ম্ ধাতুর স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

এই ধাতুর যৌগিক দীপশিখায় উত্তপ্ত হইলে শিখা গাঢ় রক্তবর্ণে রঞ্জিত হয়।

তৃতীয় পরিচ্ছেদ।

———:•:———

ক্যাল্‌সিয়ম্ (Calcium)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন Ca ; পারমাণবিক গুরুত্ব ৪০.০৭।

এই ধাতু কার্ব্বনিক্ এসিড্, সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ ও ফস্‌ফরিক্ এসিডের সহিত মিলিত হইয়া যথাক্রমে কার্ব্বনেট্, সল্‌ফেট্ ও ফস্‌ফেট্ রূপে ভূ-স্তর মধ্যে ও পৃথিবীর উপরিভাগে অবস্থিতি করে। স্বভাবজাত খনিজ পদার্থদিগের মধ্যে চা-খড়ি (Chalk) এই ধাতুর কার্ব্বনেট্, জিপ্‌সম্ (Gypsum) এই ধাতুর সল্‌ফেট্ এবং বোন্ আর্থ্ (Bone earth) এই ধাতুর ফস্‌ফেট্।

ক্যাল্‌সিয়ম্ ক্লোরাইড্ বা আইওডাইড্ তড়িত-প্রবাহ দ্বারা বিশ্লিষ্ট হইলে ক্যাল্‌সিয়ম্ ধাতু যৌগিক হইতে পৃথক্ হইয়া পড়ে।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—ইহা দেখিতে শুভ্রবর্ণ, বায়ুমধ্যে থাকিলে শীঘ্রই অক্সিজেনের সহিত মিলিত হয় এবং সমধিক উত্তাপে অত্যুজ্জ্বল আলোক বিকীরণ করিয়া জ্বলিতে থাকে। এই মিলনের ফল স্বরূপ ক্যাল্‌সিয়ম্ মনক্সাইড্ বা চুণ (CaO) প্রস্তুত হয়। এই ধাতু সহজ তাপ-মাত্রায় জলকে বিশ্লেষণ করিতে সক্ষম।

ক্যাল্‌সিয়ম্ মনক্সাইড্ বা চুণ (Quick lime, CaO)—ইহা সাধারণতঃ পাতুরে চুণ বা বাথারি চুণ নামে প্রসিদ্ধ। চা-খড়ি, লাইম্ ষ্টোন্, ঝিনুক বা অন্য কোনপ্রকার কার্ব্বনেট্ অফ্ লাইম্ দগ্ধ হইলে এই পদার্থ প্রস্তুত হয়। ইহা দেখিতে শুভ্রবর্ণ, উত্তাপ সংযোগে গলিয়া যায় না। মুখের অভ্যন্তরে কিম্বা শরীরের অপর কোন স্থানে লাগিলে ঐ সকল স্থান ক্ষত হইয়া যায়। চুণ জলের সহিত একত্রিত হইলে সত্বর উহার সহিত মিলিত হয়; এই মিলনের সময় এত অধিক তাপ উৎপন্ন হয় যে জল রীতিমত ফুটিতে থাকে। এই জল-মিশ্রিত চুণকে কলিচুণ (Slaked lime) কহে।

চুণ জলে অল্প পরিমাণে দ্রবণীয়। জলের সহিত যতই অধিক পরিমাণে চুণ মিশ্রিত করা যাউক না কেন, প্রতি আউন্স্ জলে অর্দ্ধ গ্রেণের অধিক

চূণ দ্রব থাকিতে পারে না। আমরা যে চূণের জল (Liquor Calcis, lime water) ঔষধার্থে ব্যবহার করি, তাহা কলিচূণ ও চোলাই করা জলের মিশ্রণে উৎপন্ন। কলিচূণ বা চূণের জল সহজেই কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাসের সহিত মিলিত হয়। একটী কাচ পাত্রে স্বচ্ছ চূণের জল অনাবৃত অবস্থায় রাখিয়া দিলে প্রথমতঃ উহার উপরে এক খণ্ড সর (Film) ভাসিতে দেখা যায়, পরে সমস্ত দ্রাবণ ক্রমে ক্রমে ঘোলা হইয়া যায়। ইহার কারণ এই যে উক্ত দ্রাবণ বায়ু-স্থিত কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ গ্রহণ করিয়া কার্ব্বনেট্ অফ্ ক্যাল্সিয়ম্ নামক জলে অদ্রবণীয় শ্বেতবর্ণ লবণ প্রস্তুত করে, সুতরাং স্বচ্ছ দ্রাবণটী ঘোলা দেখায়।

কার্ব্বনেট্ অফ্ ক্যাল্সিয়ম্ (Carbonate of Calcium, $CaCO_3$)—প্রকৃতি-মণ্ডলে চা-খড়ি, লাইম্ ষ্টোন্ প্রভৃতি বিভিন্ন আকারে এই পদার্থ পর্য্যাপ্ত পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়। ইংলণ্ডে চা-খড়ির ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র পর্ব্বত বিস্তর দেখিতে পাওয়া যায়।

এতদ্ব্যতীত অনেকানেক সমুদ্রচর প্রাণীদিগের শরীরের বহিঃস্থ কঠিন আবরণ এই পদার্থ দ্বারা নির্ম্মিত হয়; প্রবাল (Coral), শঙ্খ, শম্বুক, শুক্তি প্রভৃতি ইহার উৎকৃষ্ট দৃষ্টান্ত স্থল। চিংড়ি, কাঁকড়া ও ডিমের খোলায় এই পদার্থ যথেষ্ট পরিমাণে আছে এবং পৃথিবীর স্থানে স্থানে এই পদার্থ মার্ব্বল্ প্রস্তরের আকারেও প্রাপ্ত হওয়া যায়। এই প্রস্তর দ্রাবক সংযোগে ফুটিয়া কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ উৎপাদন করে এবং এইরূপে আমরা সোডা ওয়াটার্ প্রভৃতি পানীয় প্রস্তুত করিবার নিমিত্ত এই গ্যাস্ প্রাপ্ত হইয়া থাকি।

কার্ব্বনেট্ অফ্ ক্যাল্সিয়ম্ জলে অদ্রবণীয়, কিন্তু কার্ব্বনিক্ এসিড্ সাহায্যে কিয়ৎপরিমাণে দ্রব হইয়া জলের অস্থায়ী কাঠিন্য উৎপাদন করে।

ক্রীটা প্রিপারেটা (Creta preparata—prepared chalk) নামক যে পদার্থ ঔষধরূপে ব্যবহৃত হয়, তাহা অতি সূক্ষ্ম চা-খড়ি চূর্ণ, দেখিতে শুভ্রবর্ণ ও আস্বাদবিহীন। ইহা যে কোন দ্রাবকের সহিত একত্রিত হইলে ফুটিয়া উহাতে দ্রব হইয়া যায় এবং কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ নির্গত হয়। ইহার সহিত দারুচিনি, জায়ফল, লবঙ্গ, ছোট এলাইচ্ ও চিনি একত্রে মিশ্রিত করিয়া এরোমেটিক্ চক্ পাউডার্ (Pulvis creta aromaticus) প্রস্তুত হয়। ঐ

পাউডার্ (Grey powder—Hydrarg cum creta) প্রভৃতি অপর কয়েকটী ঔষধও চা খড়ি হইতে প্রস্তুত হয়। এই ঔষধগুলি প্রধানতঃ উদরাময় রোগে ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

১৪৭ পরীক্ষা।—চা-খড়ি একটী টেষ্ট্‌টিউবে রাখিয়া উহাতে জল-মিশ্রিত হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ যোগ করিলে উহা ফুটিয়া উঠিয়া কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ নির্গত হয়; এই গ্যাসকে চূণের জলের সহিত মিশাইলে উহা দুধের মত সাদা হইয়া যায়।

ক্লোরাইড্ অফ্ ক্যাল্‌সিয়ম্ (Chloride of Calcium, $CaCl_2,2H_2O$)—চা-খড়ি হাইড্রোক্লোরিক্ এসিডে দ্রব করিয়া এই পদার্থ প্রস্তুত হয়।

ইহা দেখিতে শ্বেতবর্ণ, দানাযুক্ত, জলে সহজেই দ্রবণীয় এবং সুরা-সারেও দ্রব হইয়া থাকে। ইহা একটী প্রবল জল-শোষক পদার্থ; অনাবৃত অবস্থায় থাকিলে বায়ু হইতে জল শোষণ করিয়া প্রথমতঃ আর্দ্র হয়, পরে একেবারে গলিয়া যায়। ইহার জল-শোষকতা গুণ আছে বলিয়া লেবরেটারিতে ডেসিকেটারে সল্‌ফিউরিক্ এসিডের ন্যায় ব্যবহৃত হয়; কোন আর্দ্র বস্তু শুষ্ক করিতে হইলে উহা ক্যাল্‌সিয়ম্ ক্লোরাইডের সহিত রুদ্ধ কাচপাত্র মধ্যে রক্ষিত হয়।

ক্লোরাইড্ অফ্ লাইম্ (Chloride of Lime, $CaCl_2$, $CaCl_2O_2$)—ইহার অপর একটী নাম ব্লীচিং পাউডার্ (Bleaching powder)। ক্লোরিণ্ গ্যাসের বর্ণনাকালে ইহার সবিশেষ উল্লেখ করা গিয়াছে, সুতরাং এস্থলে তাহার পুনরুল্লেখ অনাবশ্যক। ইহা জলে মিশ্রিত করিয়া ফার্ম্মাকোপিয়ার ক্লোরিণেটেড্ লাইমের দ্রাবণ (Liquor Calcis Chlorinatæ) প্রস্তুত হয়।

এই পদার্থের ঔষধার্থে ব্যবহার অতি বিরল। ইহা সংক্রামকতানাশক (Disinfectant), এজন্য ইহা সংক্রামক রোগগ্রস্ত ব্যক্তিদিগের বাস-গৃহ ও বস্ত্রাদি পরিষ্কারকরণে ব্যবহৃত হয়।

ফস্ফেট্ অফ্ লাইম্ (Phosphate of Lime, $Ca_3[PO_4]_2$)—অস্থি-ভস্ম হাইড্রোক্লোরিক্ এসিডে দ্রব করিয়া উহাতে এমোনিয়া যোগ করিলে করিলে এই পদার্থ অধঃস্থ হইয়া পড়ে।

ইহা দেখিতে শুভ্রবর্ণ, জলে একেবারেই অদ্রবণীয়; জল-মিশ্রিত নাইট্রিক্

এসিডে বিনা ফুটনে ইহা দ্রব হইয়া যায়। ঔষধরূপে ইহার ব্যবহার অতি বিরল।

হাইপো-ফস্ফাইট্ অব্ লাইম্ (Hypo-phosphite of lime, $Ca[PH_2O_2]_2$)—ফস্ফরস্, কলিচূণ এবং জল একত্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে এই পদার্থ প্রস্তুত হয়।

ইহা দেখিতে শ্বেতবর্ণ, দানাযুক্ত, আস্বাদনে তিক্ত, জলে অধিক পরিমাণে দ্রব হয় না, সুরা-সারে একেবারেই অদ্রবণীয়। এই পদার্থ ফেলোস্ সিরাপ্ (Fellow's Syrup) প্রভৃতি কয়েকটী প্রসিদ্ধ ঔষধের প্রধান উপাদান।

সল্ফেট্ অব্ ক্যাল্সিয়ম্ (Sulphate of Calcium, $CaSO_4$)—এই পদার্থ জিপ্সম্ (Gypsum) প্রভৃতি খনিজ-পদার্থের আকারে বহুল পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়। ইহা জলে অতি সামান্য পরিমাণে দ্রবণীয়। পানীয় জলে দ্রব থাকিয়া জলের স্থায়ী কাঠিন্য সম্পাদন করে। জিপ্সমে উত্তাপ প্রয়োগ করিলে জলীয় ভাগ অপসৃত হয় এবং উহা প্ল্যাষ্টার্ অব্ পারিস্ (Plaster of Paris) নামক শিল্পে ব্যবহার্য্য প্রয়োজনীয় পদার্থে পরিণত হয়। প্ল্যাষ্টার্ অব্ পারিস্ জলের সহিত মিশ্রিত হইলে শীঘ্র কঠিন চাপ বাঁধে, এজন্য কোন পদার্থের ছাঁচ তুলিবার জন্য ইহা ব্যবহৃত হয়।

সল্ফাইড্ অব্ ক্যাল্সিয়ম্ (Sulphide of Calcium, CaS)—সল্ফেট্ অব্ ক্যাল্সিয়ম্ ও কয়লা একত্রে মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে এই পদার্থ উৎপন্ন হয়।

ইহার গন্ধ সল্ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেনের ন্যায়; জলে অতি সামান্য পরিমাণে দ্রবণীয়। ফার্ম্মাকোপিয়াতে যে সল্ফিউরেটেড্ লাইম্ (Sulphurated lime) ঔষধার্থে ব্যবহৃত হয়, তাহাতে শতকরা ৫০ ভাগ সল্ফাইড্ অব্ ক্যাল্সিয়ম্ থাকে।

ক্যাল্সিয়ম্ কার্ব্বাইড্ (Calcium Carbide, CaC_2)—ইহা ক্যাল্সিয়ম্ ধাতুর একটী যৌগিক; এসিটিলিন্ (Actylene) গ্যাস্ প্রস্তুত করিবার জন্য ব্যবহৃত হয়। ইহা জলের সহিত মিশ্রিত হইলে এসিটিলিন্ গ্যাস্ উৎপন্ন হয়।

ক্যাল্‌সিয়ম্ ধাতুর স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

ক্যাল্‌সিয়ম্ ক্লোরাইডের দ্রাবণ পরীক্ষার নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়।

১। ক্যাল্‌সিয়মের যৌগিক দীপশিখায় উত্তপ্ত হইলে শিখা কমলা লেবুর বর্ণ ধারণ করে।

২। কার্ব্বনেট্ অব্ সোডা সংযোগে শ্বেতবর্ণ কার্ব্বনেট্ অব্ ক্যাল্‌সিয়ম্ প্রস্তুত হয়।

৩। এমোনিয়ম্ অক্‌জালেট্ সংযোগে শ্বেতবর্ণ ক্যাল্‌সিয়ম্ অক্‌জালেট্ প্রস্তুত হয়; ইহা এসিটিক্ এসিডে দ্রবণীয় নহে।

৪। ফস্ফেট্ অব্ সোডা সংযোগে শ্বেতবর্ণ ফস্ফেট্ অব্ লাইম্ অধঃস্থ হয়; ইহা এসিটিক্ এসিডে দ্রবণীয়।

৫। ক্যাল্‌সিয়ম্ সল্‌ফেটের দ্রাবণ সংযোগে কোন্ পদার্থ অধঃস্থ হয় না (বেরিয়ম্ ও ষ্ট্রন্সিয়মের সহিত প্রভেদ)।

বেরিয়ম্ (Barium)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন Ba, পারমাণবিক গুরুত্ব ১৩৭·৩৭।

এই ধাতু সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ ও কার্ব্বনিক্ এসিডের সহিত মিলিত হইয়া যথাক্রমে হেভিস্পার্ (Heavy Spar) এবং উইদারাইট্ (Witherite) নামক খনিজ পদার্থরূপে দৃষ্ট হয়।

দ্রবীভূত বেরিয়ম্ ক্লোরাইডে তড়িৎ-প্রবাহ সঞ্চালন করিলে বেরিয়ম্ ধাতব অবস্থায় পৃথক্ হইয়া পড়ে।

এই ধাতু অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া বেরিয়ম্ মনক্সাইড্ (BaO) ও বেরিয়ম্ ডাই-অক্সাইড্ (BaO_2) নামক দুইটী অক্সাইড্ প্রস্তুত করে। বেরিয়ম্ মনক্সাইড্ জলের সহিত মিশ্রিত হইয়া কলিচূণের অনুরূপ ব্যারাইটা (Baryta) নামক ক্ষার প্রতিক্রিয়া-সম্পন্ন যৌগিক উৎপাদন করে।

পূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে যে বেরিয়ম্ ডাই-অক্সাইড্ (BaO_2) অক্সিজেন্ প্রস্তুত করিবার নিমিত্ত ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

বেরিয়ম্ নাইট্রেট্ (Nitrate of Barium) ও বেরিয়ম্ ক্লোরাইড্ (Chloride of Barium) নামক এই ধাতুর দুইটী যৌগিক পরিচায়ক (Re-agent) রূপে ব্যবহৃত হয়। ইহারা জলে দ্রবণীয়; দগ্ধ হইবার সময়ে শিখা হরিদ্বর্ণে রঞ্জিত হয় বলিয়া সবুজ আলো প্রস্তুত করিবার নিমিত্ত ইহারা ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

বেরিয়মের স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

বেরিয়ম্ ক্লোরাইডের জল-মিশ্রিত দ্রাবণ পরীক্ষার নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়।

১। বেরিয়মের যৌগিক দীপশিখায় উত্তপ্ত হইলে শিখা হরিদ্বর্ণ ধারণ করে।

২। কার্ব্বনেট্ অফ্ সোডা সংযোগে শ্বেতবর্ণ কার্ব্বনেট্ অফ্ বেরিয়ম্ প্রস্তুত হয়।

৩। সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ বা জলে দ্রবণীয় কোন সল্‌ফেট্ সংযোগে শ্বেতবর্ণ বেরিয়ম্ সল্‌ফেট্ উৎপন্ন হয় ; ইহা কোন দ্রাবক বা ক্ষার পদার্থে দ্রবণীয় নহে।

৪। কষ্টিক্ পটাস্ বা সোডা সংযোগে শ্বেতবর্ণ বেরিয়ম্ হাইড্রেট্ অধঃস্থ হয়।

৫। ক্রোমেট্ অফ্ পটাস্ সংযোগে হরিদ্রাবর্ণের ক্রোমেট্ অফ্ বেরিয়ম্ অধঃস্থ হয়।

৬। ক্যাল্‌সিয়ম্ সল্‌ফেটের দ্রাবণ সংযোগে শ্বেতবর্ণ বেরিয়ম্ সল্‌ফেট্ অবিলম্বে অধঃস্থ হয় (ষ্ট্রন্সিয়ম্ ও ক্যাল্‌সিয়মের সহিত প্রভেদ)।

ষ্ট্রন্সিয়ম্ (Strontium)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন Sr, পারমাণবিক গুরুত্ব ৮৭'৬৩।

এই ধাতু বেরিয়মের ন্যায় সল্‌ফিউরিক্ এবং কার্ব্বনিক্ এসিডের সহিত মিলিত হইয়া যথাক্রমে সিলিষ্টাইন্ (Celestine) এবং ষ্ট্রন্সিয়ানাইট্ (Strontianite) নামক খনিজ-পদার্থরূপে অবস্থিতি করে।

দ্রবীভূত ষ্ট্রন্সিয়ম্ ক্লোরাইডে তড়িৎ-প্রবাহ সঞ্চালন দ্বারা এই ধাতু প্রস্তুত হইয়া থাকে।

এই ধাতু অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া ষ্ট্রন্সিয়ম্ মনক্সাইড্ নামক একটী অক্সাইড্ প্রস্তুত করে। ইহা নাইট্রিক্ এসিডের সহিত মিলিত হইলে ষ্ট্রন্সিয়ম্ নাইট্রেট্ (Nitrate of Strontium) নামক লবণ প্রস্তুত হয়।

এই ধাতুর যৌগিক দগ্ধ হইলে শিখা রক্তবর্ণ ধারণ করে, এজন্য ষ্ট্রন্সিয়ম্ নাইট্রেট্ লাল আলো প্রস্তুত করিবার নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়। অধুনা ইহা ঔষধার্থে ব্যবহৃত হইতেছে।

ষ্ট্রন্সিয়মের স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

ষ্ট্রন্সিয়মের নাইট্রেটের জল-মিশ্রিত দ্রাবণ পরীক্ষার জন্য ব্যবহৃত হয়।

১। এই ধাতুর যৌগিক দীপশিখায় উত্তপ্ত হইলে শিখা অত্যুজ্জ্বল লোহিতবর্ণ ধারণ করে।

২। কার্ব্বনেট্ অফ্ সোডা সংযোগে শ্বেতবর্ণ কার্ব্বনেট্ অফ্ ষ্ট্রন্সিয়ম্ উৎপন্ন হয়।

৩। সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ বা জলে দ্রবণীয় যে কোন সল্‌ফেট্ সংযোগে শ্বেতবর্ণ ষ্ট্রন্সিয়ম্ সল্‌ফেট্ প্রস্তুত হয়।

৪। ক্যাল্‌সিয়ম্ সল্‌ফেটের দ্রাবণ যোগ করিলে কিঞ্চিৎ বিলম্বে শ্বেতবর্ণ ষ্ট্রন্সিয়ম্ সল্‌ফেট্ অধঃস্থ হয় (বেরিয়ম্ ও ক্যাল্‌সিয়মের সহিত প্রভেদ)।

চতুর্থ পরিচ্ছেদ।

ম্যাগ্‌নেসিয়ম্ (Magnesium)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন Mg ; পারমাণবিক গুরুত্ব ২৪·৩২।

এই ধাতু অক্সাইড্, কার্ব্বনেট্, সিলিকেট্ ও বোরেট্ প্রভৃতি যৌগিক রূপে প্রকৃতিমণ্ডলে প্রাপ্ত হওয়া যায়। ক্যাল্‌সিয়ম্ কার্ব্বনেটের সহিত এই ধাতুর কার্ব্বনেট্ মিশ্রিত হইয়া ডলোমাইট্ (Dolomite) নামক খনিজ পদার্থে প্রচুর পরিমাণে অবস্থিতি করে। সমুদ্র-জলে এই ধাতুর ক্লোরাইড্ বিদ্যমান থাকে।

সোডিয়ম্ ধাতু এবং ম্যাগ্‌নেসিয়ম্ ক্লোরাইড্ নামক লবণ একত্রে মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে ম্যাগ্‌নেসিয়ম্ ধাতু উৎপন্ন হয়।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম—ইহার বর্ণ রৌপ্যের ন্যায় শুভ্র ও উজ্জ্বল। ইহা ঘাতসহ, ইহাকে পিটিয়া পাতলা পাত বা সূক্ষ্মতার* প্রস্তুত করা যাইতে পারে। এই পাত দীপশিখায় ধারণ করিলে অত্যুজ্জ্বল আলোক নিঃসৃত হইয়া জ্বলিতে থাকে এবং শ্বেতবর্ণ ম্যাগ্‌নেসিয়ম্ অক্সাইড্ দগ্ধাবশিষ্ট রহে। এই আলোককে ম্যাগ্‌নেসিয়ম্ আলোক (Magnesium light) কহে। তমসাবৃত স্থানে ফটোগ্রাফ্ লইবার সময় সূর্য্যালোকের পরিবর্ত্তে এই আলোক ব্যবহৃত হয়।

ম্যাগ্‌নেসিয়ম্ ধাতু নির্জ্জল বায়ু সংস্পর্শে পরিবর্ত্তিত হয় না। উষ্ণ জলে নিমজ্জিত হইলে জলকে বিশ্লেষণ করিয়া হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ উৎপাদন করে ; শীতল জলে এই ক্রিয়া অতি সামান্য পরিমাণে লক্ষিত হয়।

এই ধাতু সল্‌ফিউরিক্ বা হাইড্রোক্লোরিক্ এসিডের সহিত একত্রিত হইলে দ্রব হইয়া যায় ও হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ উৎপাদন করে।

ম্যাগ্‌নেসিয়ম্ অক্সাইড্ বা ম্যাগ্‌নেসিয়া (Magnesium Oxide or Magnesia, MgO)—ফার্ম্মাকোপিয়াতে দুই প্রকার ম্যাগ্‌নেসিয়ার ব্যবহার উল্লেখ আছে, যথা—গুরু ও লঘু ম্যাগ্‌নেসিয়া (Heavy and Light Magnesia)।

কার্ব্বনেট্ বা নাইট্রেট্ অফ্ ম্যাগ্‌নেসিয়ম্ দগ্ধ করিয়া এই পদার্থ প্রস্তুত হয়। ইহা দেখিতে শুভ্রবর্ণ, চূর্ণাকার, প্রায় স্বাদবিহীন। জলে অত্যল্প পরিমাণে দ্রবণীয় এবং এই দ্রাবণ ঈষৎ ক্ষার-প্রতিক্রিয়া-সম্পন্ন। ইহা হাইড্রোক্লোরিক্, নাইট্রিক্ প্রভৃতি সকল দ্রাবকেই দ্রবণীয়।

কার্ব্বনেট্ অফ্ ম্যাগ্‌নেসিয়ম্ (Carbonate of Magnesium [$MgCO_3$]$_3$, Mg $(HO)_2$, $4H_2O$)—ফার্ম্মাকোপিয়াতে দুই প্রকার কার্ব্বনেট্ অফ্ ম্যাগ্‌নেসিয়মের ব্যবহার উল্লেখ আছে, যথা—গুরু ও লঘু (Heavy and Light Carbonate of Magnesium)।

সল্‌ফেট্ অফ্ ম্যাগ্‌নেসিয়ম্ ও কার্ব্বনেট্ অফ্ সোডা চোলাই করা জলের সহিত মিশ্রিত করতঃ ফুটাইয়া শুষ্ক করিয়া লইলে এই পদার্থ প্রস্তুত হয়। ইহা দেখিতে শুভ্রবর্ণ, চূর্ণাকার, এবং স্বাদবিহীন। যে কোন দ্রাবকের সহিত একত্রিত হইলে স্ফুটন হইয়া দ্রব হইয়া যায়।

সল্‌ফেট্ অফ্ ম্যাগ্‌নেসিয়ম্ (Sulphate of Magnesium, $MgSO_4$, $7H_2O$)—ইহাকে সাধারণতঃ এপ্‌সম্ সল্ট্ (Epsom Salt) বলিয়া থাকে।

ইতিপূর্ব্বে ডলোমাইট্ নামক যে খনিজ পদার্থের উল্লেখ করা গিয়াছে, তাহার সহিত সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ মিশ্রিত করিয়া এই লবণ প্রস্তুত হয়।

ইহা দেখিতে বর্ণহীন, দানাযুক্ত, সচরাচর সূচিকার আকারে দেখিতে পাওয়া যায়। ইহা জলে দ্রবণীয় কিন্তু জল-শোষক নহে।

ম্যাগ্‌নেসিয়ম্ ক্লোরাইড্ (Magnesium Chloride, $MgCl_2$)ম্যাগ্‌নেসিয়ম্ ও হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ একত্রে মিশ্রিত করতঃ উহার সহিত এমোনিয়ম্ ক্লোরাইড্ যোগ করতঃ শুষ্ক করিয়া দগ্ধ করিয়া লইলে এই পদার্থ প্রস্তুত হয়। কাপড় হইতে "ময়লা" (Mildew) তুলিবার জন্য ইহা ব্যবহৃত হয়।

ম্যাগ্‌নেসিয়মের স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

ম্যাগ্‌নেসিয়ম্ সল্‌ফেটের দ্রাবণ পরীক্ষার জন্য ব্যবহৃত হয়।

১। কার্ব্বনেট্ অফ্ সোডা সংযোগে শ্বেতবর্ণ কার্ব্বনেট্ অফ্ ম্যাগ্‌নেসিয়ম্ অধঃস্থ হয়; ইহা এমোনিয়ম্ ক্লোরাইডে এবং এসিডে দ্রবণীয়।

২। ফস্ফেট্ অফ্ সোডা সংযোগে শ্বেতবর্ণ হাইড্রোজেন্ ম্যাগ্নেসিয়ম্ ফস্ফেট্ অধঃস্থ হয়।

৩। এমোনিয়ম্ ক্লোরাইড্, লাইকার্ এমোনিয়া ও ফস্ফেট্ অফ্ সোডা সংযোগে শ্বেতবর্ণ দানাবিশিষ্ট এমোনিয়ম্ ম্যাগ্নেসিয়ম্ ফস্ফেট্ অধঃস্থ হয়; ইহার অপর নাম ট্রিপল্ ফস্ফেট্ (Tripple Phosphate)। ইহা এসিটিক্ এসিডে দ্রবণীয়।

৪। কষ্টিক্ পটাশ্ বা সোডা, চূণের জল বা ব্যারাইটার দ্রাবণ সংযোগে শ্বেতবর্ণ ম্যাগ্নেসিয়ম্ হাইড্রেট্ অধঃস্থ হয়।

জিঙ্ক্ (Zinc)—দস্তা।

সাঙ্কেতিক চিহ্ন Zn, পারমাণবিক গুরুত্ব ৬৫·৩৭।

এই ধাতু সচরাচর গন্ধক, কার্ব্বনিক্ এসিড্ ও অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া যথাক্রমে জিঙ্ক্ সল্ফাইড্ বা ব্লেণ্ডি (Blende), জিঙ্ক্ কার্ব্বনেট্ বা ক্যালামাইন্ (Calamine) এবং জিঙ্ক্ অক্সাইড্ বা রেড্ জিঙ্ক্ ওর্ (Red Zinc Ore) রূপে অবস্থিতি করে। এই সকল খনিজপদার্থ প্রথমতঃ দগ্ধ করিয়া পরে উহার সহিত সূক্ষ্ম কয়লার গুঁড়া মিশ্রিত করতঃ অত্যধিক উত্তাপ প্রয়োগ করিলে জিঙ্ক্ ধাতু বাষ্পাকারে নির্গত হয়; এই বাষ্প শৈত্যসংযোগে নিরেট অবস্থায় পরিণত হয়।

জিঙ্ক্ ধাতু ঈষৎ নীলাভ ধূসরবর্ণ, ভাঙ্গিলে ইহার অভ্যন্তর ভাগ দানাবিশিষ্ট দেখায়; সহজ তাপ-মাত্রায় ইহা কিয়ৎপরিমাণে ভঙ্গ-প্রবণ। ৪১৯°C তাপ-মাত্রায় ইহা দ্রব হয় এবং অধিকতর তাপ প্রয়োগে ফুটিয়া বাষ্পাকারে উড়িয়া যায়। নির্জ্জল বা আর্দ্র বায়ু সংস্পর্শে এই ধাতুর কোন পরিবর্ত্তন হয় না, এজন্য গৃহের ছাদ প্রভৃতি নির্ম্মাণ করিবার জন্য দস্তা-মণ্ডিত লৌহের "চাদর" (Corrugated iron) সর্ব্বদা ব্যবহৃত হয়। আমরা জল রাখিবার জন্য যে সকল বাল্তি ব্যবহার করি, তাহা লৌহনির্ম্মিত কিন্তু উহার উপরিভাগে দস্তার একটী পাতলা আবরণ থাকে; লৌহময় পাত্রে জল রাখিলে উহাতে শীঘ্র 'মড়িচা' ধরে কিন্তু দস্তার পাতলা আবরণ দ্বারা ইহা নিবারিত হয়। এইরূপে দস্তার দ্বারা কলাই করা লৌহপাতকে ইংরাজীতে গ্যাল্ভানাইজ্ড্ আয়রণ্ (Galvanised Iron) কহে।

জিঙ্ক্ প্রায় সমস্ত দ্রাবকেই দ্রবণীয়; দ্রব হইবার সময় হাইড্রোজেন্ গ্যাস্

উৎপাদন করে। ইহা হইতে যেরূপে হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ উৎপন্ন হয়, তাহা হাই-ড্রোজেনের বর্ণনাকালে উক্ত হইয়াছে।

৩৬ ভাগ দস্তা ও ৬৪ ভাগ তাম্র একত্রে মিলিত হইয়া ১০০ ভাগ পিত্তল (Brass) প্রস্তুত হয়। ১ ভাগ দস্তা, ১ ভাগ নিকেল্ ও ২ ভাগ তাম্র, এই অনুপাতে ত্রিবিধ ধাতুর মিলনে জর্ম্মন্ সিল্ভার্ (German Silver) নামক মিশ্রধাতু (Alloy) প্রস্তুত হইয়া থাকে।

অক্সাইড্ অফ্ জিঙ্ক্ (Oxide of Zinc, ZnO)—এই পদার্থ জিঙ্ক্ ধাতু বা কার্ব্বনেট্ অফ্ জিঙ্ক্ দগ্ধ করিলে প্রস্তুত হয়।

ইহা দেখিতে শ্বেতবর্ণ, চূর্ণাকার, গন্ধ ও স্বাদবিহীন এবং জলে অদ্রবণীয়। ইহা উত্তাপ প্রয়োগে হরিদ্রাবর্ণ দেখায় কিন্তু শীতল হইলে পুনরায় শ্বেতবর্ণ ধারণ করে। ইহা সকল দ্রাবকেই দ্রবণীয় এবং দ্রাবকভেদে ভিন্ন ভিন্ন লবণ প্রস্তুত করে। ইহা শাদা রঙের জন্য বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। ইহা হইতে একটী মলম (Zinc Ointment) প্রস্তুত হয়।

সল্ফেট্ অফ জিঙ্ক্ (Sulphate of Zinc, $ZnSO_4$, $7H_2O$)—ইহা সাধারণতঃ হোয়াইট্ ভিট্রিয়ল্ (White Vitriol) নামে পরিচিত।

জিঙ্ক্ ধাতু জল-মিশ্রিত সল্ফিউরিক্ এসিডে দ্রব করিয়া উহার সহিত ক্লোরিণের দ্রাবণ ও কার্ব্বনেট্ অফ্ জিঙ্ক্ একত্রে মিশ্রিত করতঃ উত্তাপ সংযোগে শুষ্ক করিয়া লইলে এই পদার্থ প্রস্তুত হয়।

ইহা বর্ণহীন, সূচিকার ন্যায় দানাযুক্ত ও জলে দ্রবণীয়। অহিফেন প্রভৃতি বিষ পান করিলে এই পদার্থ বমনের নিমিত্ত সেবন করান হয়।

কার্ব্বনেট্ অফ্ জিঙ্ক্ {Carbonate of Zinc, $ZnCO_3$, $(Zn2HO)_2$, H_2O}—সল্ফেট্ অফ্ জিঙ্কের দ্রাবণে কার্ব্বনেট্ অফ্ সোডা যোগ করিলে অক্সাইড্ অফ্ জিঙ্কের সহিত এই পদার্থ অধঃস্থ হয়।

ইহা শ্বেতবর্ণ, চূর্ণাকার, গন্ধ ও স্বাদবিহীন, জলে অদ্রবণীয়, দ্রাবক সংযোগে স্ফুটনের সহিত দ্রব হইয়া যায়।

ক্লোরাইড্ অফ্ জিঙ্ক্ (Chloride of Zinc, $ZnCl_2$)—জিঙ্ক্ ধাতু হাইড্রোক্লোরিক্ এসিডে দ্রব করতঃ শুষ্ক করিয়া লইলে এই পদার্থ প্রস্তুত হয়।

ইহা শ্বেতবর্ণ, দানাযুক্ত, নাতিস্বচ্ছ ও অতিশয় জল-শোষক।

ঔষধার্থে ইহার আভ্যন্তরীণ প্রয়োগ অতি বিরল; ইহা একটী ক্ষতকারী (Caustic) পদার্থ। ক্যান্‌সার্‌ (Cancer) প্রভৃতি কতিপয় রোগে ইহার বাহ্যিক প্রয়োগ দেখিতে পাওয়া যায়। পচন ও দুর্গন্ধ নিবারণের নিমিত্ত ইহার দ্রাবণ ব্যবহৃত হয়; এই দ্রাবণের অপর একটী নাম স্যার্‌ উইলিয়ম্‌ বর্ণেটের দ্রাবণ (Sir W. Burnett's Solution)।

এসিটেট্‌ অফ্‌ জিঙ্ক্‌ [Acetate of Zinc, $Zn(C_2H_3O_2)_2, 2H_2O$)—কার্ব্বনেট্‌ অফ্‌ জিঙ্ক্‌কে এসিটিক্‌ এসিডে দ্রব করতঃ শুষ্ক করিয়া লইলে এই পদার্থ দানার আকারে প্রাপ্ত হওয়া যায়।

ইহা বর্ণহীন, দেখিতে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র পাতলা পাতের ন্যায়, উগ্রস্বাদযুক্ত ও জলে দ্রবণীয়। সল্‌ফিউরিক্‌ এসিডের সহিত একত্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে এসিটিক্‌ এসিডের তীব্র গন্ধ-যুক্ত বাষ্প উত্থিত হয়।

সল্‌ফাইড্‌ অফ্‌ জিঙ্ক্‌ (Sulphide of Zinc, ZnS)—জিঙ্কের যৌগিকের দ্রাবণে এমোনিয়ম্‌ সল্‌ফাইড যোগ করিলে এই পদার্থ অধঃস্থ হয়। ইহা শ্বেতবর্ণ পদার্থ। খনিজ জিঙ্ক সল্‌ফাইডে (Blende) লৌহ ও অন্যান্য পদার্থ মিশ্রিত থাকে বলিয়া উহা নানাবর্ণের হইয়া থাকে।

জিঙ্কের স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

জিঙ্ক্‌ সল্‌ফেটের জল-মিশ্রিত দ্রাবণ পরীক্ষার জন্য ব্যবহৃত হয়।

১। এমোনিয়ম্‌ সল্‌ফাইড্‌ সংযোগে শ্বেতবর্ণ জিঙ্ক্‌ সলফাইড্‌ অধঃস্থ হয়।

২। কষ্টিক্‌ পটাশ্‌ বা সোডা অথবা এমোনিয়া সংযোগে শ্বেতবর্ণ জিঙ্ক্‌ হাইড্রেট্‌ অধঃস্থ হয়। পরিচায়কের পরিমাণ অধিক হইলে অথবা এমোনিয়ম্‌ ক্লোরাইড্‌ সংযোগে ইহা দ্রব হইয়া যায়।

৩। জিঙ্ক্‌ অক্সাইড্‌ বা সল্‌ফেট্‌, প্ল্যাটিনম্‌ ফলকের উপর উত্তপ্ত হইলে হরিদ্রাবর্ণ দেখায় কিন্তু শীতল হইলে শুভ্রবর্ণ ধারণ করে।

৪। জিঙ্কের যৌগিক কোবল্ট্‌ নাইট্রেটের দ্রাবণের সহিত মিশ্রিত করিয়া একখণ্ড কয়লার উপর বাঁকনলের শিখা দ্বারা উত্তপ্ত করিলে উহা সবুজ বর্ণ ধারণ করে।

ক্যাড্‌মিয়ম্‌ (Cadmium)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন Cd, পারমাণবিক গুরুত্ব ১১২·৪০।

ইহা একটী দুষ্প্রাপ্য ধাতু; জিঙ্ক্‌ ধাতুর খনিজ যৌগিকের সহিতমিশ্রিত

হইয়া আকর মধ্যে অবস্থিতি করে। ইহা জিঙ্কের অপেক্ষা অধিকতর উদ্বেয়, এজন্ত এই ধাতু জিঙ্ক্ প্রস্তুতকালে বাষ্পরূপে নির্গত হয়।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম—ইহা দেখিতে শুভ্রবর্ণ, ঘাতসহ; রাসায়নিক ধর্ম্ম সম্বন্ধে জিঙ্কের সহিত ইহার সবিশেষ সাদৃশ্য লক্ষিত হয়। অগ্নিসংযুক্ত হইলে এই ধাতু জিঙ্কের ন্যায় জ্বলিতে থাকে এবং বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া মেটিয়া রঙের ক্যাড্‌মিয়ম্ অক্সাইড্ (Cadmium Oxide, CdO) প্রস্তুত করে। সল্‌ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেনের সহিত মিশ্রিত হইলে হরিদ্রাবর্ণ ক্যাড্‌মিয়ম্ সল্‌ফাইড্ (Cadmium Sulphide, CdS) প্রস্তুত হয়। ক্যাড্‌মিয়ম্ সল্‌ফেট্, ক্যাড্‌মিয়ম্ নাইট্রেট্ ও ক্যাড্‌মিয়ম্ ক্লোরাইড্ নামক এই ধাতুর যৌগিকগুলি জলে দ্রবণীয়।

আইওডিন্ ও ক্যাড্‌মিয়ম্ ধাতু একত্রে জলের সহিত মিশ্রিত হইলে শ্বেতবর্ণ অভ্রের ন্যায় স্তরযুক্ত ক্যাড্‌মিয়ম্ আইওডাইড্ (Cadmium Iodide, CdI_2) নামক যৌগিক প্রস্তুত করে; ইহা হইতে একটি মলম (Unguentum Cadmii Iodidi) প্রস্তুত হইয়া ঔষধার্থে ব্যবহৃত হয়।

ক্যাড্‌মিয়মের স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

ক্যাড্‌মিয়ম্ নাইট্রেটের জল-মিশ্রিত দ্রাবণ পরীক্ষার জন্য ব্যবহৃত হয়।

১। ক্যাড্‌মিয়ম্ ধাতুর যৌগিকে সল্‌ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ যোগ করিলে হরিদ্রাবর্ণ ক্যাড্‌মিয়ম্ সল্‌ফাইড্ অধঃস্থ হয়; এই অধঃস্থ পদার্থ হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্, এমোনিয়া বা এমোনিয়ম্ সল্‌ফাইডে দ্রবণীয় নহে।

২। কষ্টিক পটাস্, সোডা বা এমোনিয়া সংযোগে শ্বেতবর্ণ ক্যাড্‌মিয়ম্ হাইড্রেট্ অধঃস্থ হয়।

পঞ্চম পরিচ্ছেদ।

কপার্ (Copper)—তাম্র।

সাঙ্কেতিক চিহ্ন Cu ; পারমাণবিক গুরুত্ব ৬৩·৫৭।

তাম্র অতি প্রয়োজনীয় ধাতু ; অতি প্রাচীনকাল হইতে ইহা ব্যবহৃত হইয়া আসিতেছে। এই ধাতু শিল্প কার্য্যে বিস্তর ব্যবহৃত হয়। তাম্র কখন কখন বিশুদ্ধ অবস্থায় প্রাপ্ত হওয়া যায়, কিন্তু সচরাচর অক্সিজেন্, গন্ধক বা লৌহের সহিত মিলিত হইয়া আকর মধ্যে অবস্থিতি করে। কপার্ পাইরাইটিস্ (Copper Pyrites) তাম্রের একটী প্রধান খনিজ যৌগিক। ইহা তাম্র, লৌহ এবং গন্ধকের মিলনে উৎপন্ন। ইহার সাঙ্কেতিক চিহ্ন $CuFeS_2$।

এতদ্ব্যতীত কিউপ্রস্ সল্ফাইড্ (Cu_2S) এবং কার্ব্বনেট্ অফ্ কপার্ বা মালাকাইট্ (Malachite, $Cu\ CO_3 + CuH_2O_2$) নামক তাম্রের অপর দুইটী যৌগিক আকর মধ্যে প্রাপ্ত হওয়া যায়।

স্বল্প পরিমাণে বিশুদ্ধ তাম্র প্রস্তুত করিতে হইলে কপার্ অক্সাইড্কে হাইড্রোজেন্ গ্যাসের মধ্যে রাখিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিতে হয়। তাম্রের যৌগিকের মধ্যে তড়িৎ-প্রবাহ সঞ্চালন করিলেও সম্পূর্ণ বিশুদ্ধ ধাতব তাম্র দ্রাবণ হইতে পৃথক্ হইয়া ব্যাটারির বিয়োগ প্রান্তে সঞ্চিত হয়।

তাম্র অধিক পরিমাণে প্রস্তুত করিতে হইলে কপার্ অক্সাইড্ বা কার্ব্বনেটের সহিত কয়লার গুঁড়া ও বালি মিশাইয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে ধাতব তাম্র পৃথক্ হইয়া পড়ে।

কপার্ পাইরাইটিস্ নামক যৌগিক হইতে তাম্র প্রস্তুত করিতে হইলে প্রথমতঃ উহাকে উত্তমরূপে পোড়াইয়া পরে বালির সহিত মিশ্রিত করিয়া পুনরায় উত্তাপ প্রয়োগে দ্রব করিতে হয় ; এইরূপে উক্ত খনিজ পদার্থটী কিউপ্রস্ সল্ফাইড্ নামক যৌগিকে পরিণত হয়। কিউপ্রস্ সল্ফাইড্কে বায়ু মধ্যে

দগ্ধ করিয়া হরিদ্বর্ণ (কাঁচা) বৃক্ষশাখা দ্বারা আলোড়ন করিলে ধাতব তাম্র পৃথক্ হইয়া পড়ে।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম—বিশুদ্ধ তাম্র রক্তবর্ণ, অতিশয় ঘাতসহ ও নমনীয়; ইহাকে পিটিয়া অতি সূক্ষ্ম তার বা পাতলা পাত প্রস্তুত করা যাইতে পারে। এই ধাতু অত্যুৎকৃষ্ট তাপ ও তড়িৎ-পরিচালক। সহজ তাপ-মাত্রায় আর্দ্র বা নির্জ্জল বায়ু-সংস্পর্শে ইহার কোন পরিবর্ত্তন ঘটে না, কিন্তু উত্তপ্ত হইলে বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া কপার্ অক্সাইডে পরিণত হয়। হাইড্রোক্লোরিক্ এসিডের সহিত একত্রিত হইলে তাম্র অল্পে অল্পে দ্রব হয় এবং হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ উৎপাদন করে। উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিডের সহিত একত্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে সল্‌ফর্ ডাই-অক্সাইড্ গ্যাস্ উদ্গত হয় এবং সল্‌ফেট্ অব্ কপার্ নামক লবণ প্রস্তুত হয়। নাইট্রিক্ এসিডে তাম্র দ্রব হইয়া নাইট্রেট্ অব্ কপার্ নামক লবণ প্রস্তুত করে এবং নাইট্রিক্ অক্সাইড্ নামক বর্ণহীন গ্যাস্ উদ্গত হয়; বায়ু সংস্পর্শে এই গ্যাস্ রক্তবর্ণ ধারণ করে।

পূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে যে তাম্র ও দস্তা মিলিত হইয়া পিত্তল প্রস্তুত হয়। কাংস, কামান প্রস্তুত করিবার ধাতু (Gun Metal), ঘণ্টা প্রস্তুত করিবার ধাতু (Bell Metal) প্রভৃতি কয়েকটী মিশ্র-ধাতু (Alloy) তাম্র ও টিনের মিশ্রণে উৎপন্ন হয়।

তাম্র হইতে কিউপ্রিক্ এবং কিউপ্রস্ নামক দুই শ্রেণীর যৌগিক প্রস্তুত হয়।

কিউপ্রিক্ অক্সাইড্ (Cupric Oxide, Black Oxide of Copper, CuO)—তাম্রকে অত্যধিক উত্তপ্ত করিলে অথবা কপার্ নাইট্রেট্ নামক লবণকে দগ্ধ করিলে এই পদার্থ উৎপন্ন হয়। ইহা দেখিতে কৃষ্ণবর্ণ; অর্গানিক্ পদার্থ পরীক্ষার সময় ইহা বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। অর্গানিক্ পদার্থের সহিত কিউপ্রিক্ অক্সাইড্ মিশ্রিত করতঃ কাচনলের মধ্যে রাখিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে কিউপ্রিক্ অক্সাইড্ হইতে অক্সিজেন্ নির্গত হয় এবং উহা অর্গানিক্ পদার্থের সহিত মিলিত হইয়া দহন-ক্রিয়া দ্বারা কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ ও জল প্রস্তুত করে। কিউপ্রিক্ অক্সাইড্ সকল দ্রাবকেই দ্রবণীয়; দ্রব হইলে দ্রাবক ভেদে তাম্রের ভিন্ন ভিন্ন লবণ প্রস্তুত করে।

কিউপ্রস্ অক্সাইড্ (Cuprous Oxide, Red Oxide of

Copper, Cu_2O)—সল্‌ফেট্ অফ্ কপার্, গ্রেপ্ সুগার্ (Grape sugar) এবং কষ্টিক্ পটাশ্ একত্রে মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে রক্তবর্ণ কিউপ্রস্ অক্সাইড্ প্রস্তুত হয়। মূত্রের সহিত সল্‌ফেট্ অব্ কপার্ ও অধিক পরিমাণে কষ্টিক্ পটাশ্ যোগ্ করতঃ উত্তাপ প্রয়োগ করিলে যদি রক্তবর্ণ কিউপ্রস্ অক্সাইড্ অধঃস্থ হয়, তাহা হইলে মূত্রে দ্রাক্ষা-শর্করা আছে জানিতে পারা যায়। বহুমূত্র-রোগে মূত্রে দ্রাক্ষাশর্করা অবস্থিতি করে। রক্তবর্ণ কাচ প্রস্তুত করিতে হইলে কিউপ্রস্ অক্সাইড্ দ্রবীভূত কাচের সহিত মিশ্রিত করিতে হয়।

সল্‌ফেট্ অফ্ কপার্ (Sulphate of Copper, $CuSO_4 + 5H_2O$)—এই লবণ সাধারণতঃ ব্লু ভিট্রিয়ল্ (Blue Vitriol) নামে অভিহিত। কিউপ্রিক্ অক্সাইড্ সল্‌ফিউরিক্ এসিডে দ্রব করিয়া এই লবণ প্রস্তুত হয়; ইহাকে বাংলা ভাষায় "তুঁতিয়া" কহে।

ইহা দেখিতে নীলবর্ণ ও দানাযুক্ত এবং জলে সহজেই দ্রবণীয়। আর্সেনিকের সহিত মিলিত হইয়া সীল্‌স্ গ্রীন্ নামক একটী রঙ প্রস্তুত করে। ব্রন্‌সুইক্ গ্রীন্ (Brunswick Green) প্রভৃতি অপর কয়েকটী রঙও কপার্ সল্‌ফেট্ সাহায্যে প্রস্তুত হয়। অত্যধিক উত্তপ্ত হইলে ইহার জলীয় অংশ (Water of crystallisation) দূরীভূত হইয়া যায় এবং ইহা শুভ্রবর্ণ চূর্ণরূপে পরিণত হয়। ইহাতে জল যোগ করিলে ইহা পুনরায় নীলবর্ণের দানায় পরিণত হয়। সুরা-সারে (Absolute alcohol) জল মিশ্রিত আছে কি না পরীক্ষা করিবার জন্য এই শুভ্রবর্ণ পদার্থ ব্যবহৃত হয়। জল-মিশ্রিত সুরা-সার সংযোগে ইহা নীলবর্ণ ধারণ করে কিন্তু সুরা-সারে জল না থাকিলে ইহার বর্ণের পরিবর্ত্তন হয় না। বিষ খাইলে ইহা বমনকারক ঔষধরূপে কখন কখন ব্যবহৃত হয়। ইহা বিষাক্ত পদার্থ।

নাইট্রেট্ অফ্ কপার্ (Nitrate of Copper, $[CuNO_3]_2, 6H_2O$)—তাম্রকে জল-মিশ্রিত নাইট্রিক্ এসিডে দ্রব করতঃ উত্তাপ প্রয়োগে শুষ্ক করিয়া লইলে এই লবণ প্রস্তুত হয়।

ইহা দেখিতে গাঢ় নীলবর্ণ, দানাবিশিষ্ট, এবং অতিশয় জল-শোষক। শরীরের কোন স্থানে লাগাইলে ঘা হয়। ইহা আভ্যন্তরিক প্রয়োগের নিমিত্ত ব্যবহৃত হয় না।

সব্‌এসিটেট্ অফ্ কপার্ (Sub-acetate of Copper,

$Cu[C_2H_3O_2]_2$, CuO)—তাম্রের পাত ও এসিটিক্ এসিড্ একত্রে রাখিলে তাম্র-পাতের উপরে সব্ এসিটেট্ অফ্ কপারের একটী আচ্ছাদন পতিত হয়; ইহা সচরাচর বর্দ্দিগ্রিস্ (Verdigris) নামে অভিহিত। ইহা বিষধর্ম্মাক্রান্ত।

ইহা দেখিতে নীলাভ-হরিদ্বর্ণ, আস্বাদনে কষায় এবং "কলঙ্কের" গন্ধের ন্যায় এক প্রকার বিশেষ গন্ধ বিশিষ্ট; ইহার আভ্যন্তরিক প্রয়োগ নাই। ইহা রঙের জন্য ব্যবহৃত হয়।

এতদ্ব্যতীত কপার্ ক্লোরাইড্, কপার্ সল্ফাইড্, কপার্ কার্ব্বনেট্ প্রভৃতি তাম্রের অপর কয়েকটি যৌগিক ফার্ম্মাকোপিয়ার অন্তর্নিবিষ্ট নহে বলিয়া তাহাদের বিষয় এস্থলে আলোচিত হইল না।

তাম্র ধাতুর স্বরূপ নিরূপণ (Tasts)।

কপার্ সল্ফেটের জল-মিশ্রিত দ্রাবণ পরীক্ষার জন্য ব্যবহৃত হয়।

১। সল্‌ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ সংযোগে কৃষ্ণবর্ণ কিউপ্রিক্ সল্‌ফাইড্ অধঃস্থ হয়; ইহা নাইট্রিক্ এসিডে দ্রবণীয়।

২। কষ্টিক্ পটাশ্ বা সোডা সংযোগে নীলবর্ণ কিউপ্রিক্ হাইড্রেট্ অধঃস্থ হয়; উত্তাপ প্রয়োগে ইহা কৃষ্ণবর্ণ কিউপ্রিক্ অক্সাইডে পরিণত হয়।

৩। এমোনিয়া বা এমোনিয়ম্ কার্ব্বনেট্ সংযোগে হরিদাভ-নীলবর্ণ পদার্থ অধঃস্থ হয় কিন্তু পরিচায়কের পরিমাণ ঈষৎ অধিক হইলে এই অধঃস্থ পদার্থ দ্রব হইয়া যায় এবং দ্রাবণটী গাঢ় নীলবর্ণ ধারণ করে।

৪। ফেরোসায়ানাইড্ অফ্ পোটাসিয়ম্ সংযোগে মেটিয়া লালবর্ণের কপার্ ফেরো-সায়ানাইড্ অধঃস্থ হয়।

৫। যে কোন কপার যৌগিকের দ্রাবণে অল্প পরিমাণে জল-মিশ্রিত হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ মিশ্রিত করিয়া উহাতে একখণ্ড উজ্জ্বল লৌহ বা দস্তা নিমজ্জিত করিয়া রাখিলে ধাতব তাম্র যৌগিক হইতে পৃথক্ হইয়া উক্ত লৌহ বা দস্তা খণ্ডে রক্তবর্ণের আচ্ছাদনরূপে সংলগ্ন হয়।

৬। তাম্রের যৌগিকের সহিত কার্ব্বনেট্ অফ্ সোডা ও সায়ানাইড্ অফ্ পটাশ্ মিশ্রিত করিয়া এক খণ্ড কয়লার উপর রাখিয়া বাঁকনলের শিখায় উত্তপ্ত করিলে রক্তবর্ণ ধাতব তাম্র ক্ষুদ্র শল্কের আকারে পৃথক্ হইয়া পড়ে।

মার্কারি (Mercury)—পারদ।

সাঙ্কেতিক চিহ্ন Hg ; পারমাণবিক গুরুত্ব ২০০'৬।

পারদ কখন কখন ধাতব অবস্থায় আকর মধ্যে অবস্থিতি করে ; কিন্তু সচরাচর ইহাকে গন্ধকের সহিত মিলিতাবস্থায় হিঙ্গুলের আকারে প্রাপ্ত হওয়া হওয়া যায়। হিঙ্গুলকে ইংরাজীতে সিনাবার্ (Cinnabar) কহে। হিঙ্গুল দগ্ধ করিলে পারদ বাষ্পাকারে উড়িয়া যায় ; এই বাষ্পকে মাটীর নলের মধ্যে শীতল করিয়া তরল পারদের আকারে সংগ্রহ করা হয়।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম—পারদ অপরাপর ধাতুর ন্যায় নিরেট নহে। ইহা সহজ তাপ-মাত্রায় তরল অবস্থায় থাকে, কিন্তু -৪০°C তাপ মাত্রায় জমিয়া নিরেট হইয়া যায় এবং ৩৫৭°C তাপ-মাত্রায় ফুটিয়া বাষ্পাকার ধারণ করে। ইহার বর্ণ রৌপ্যের ন্যায় শুভ্র ও উজ্জ্বল, বায়ুসংস্পর্শে ইহার উজ্জ্বলতা নষ্ট হয় না কিন্তু ৩৫০°C তাপ-মাত্রার ঊর্দ্ধে উত্তপ্ত হইলে বায়ু হইতে অক্সিজেন্ গ্রহণ করিয়া লোহিত পারদ অক্সাইডে (Red Oxide, HgO) পরিণত হয়। পারদ হাইড্রোক্লোরিক্ এসিডে দ্রব হয় না ; নাইট্রিক্ এসিডে ইহা সহজে দ্রবণীয়, কিন্তু সল্‌ফিউরিক্ এসিডে দ্রব করিতে হইলে উত্তাপ প্রয়োগ করিতে হয়। সোডিয়ম্, পোটাসিয়ম্, টিন্ প্রভৃতি কতিপয় ধাতুর সহিত একত্রিত হইলে উভয় ধাতু মিশ্রিত হইয়া একটী সম্পূর্ণ ভিন্ন ধর্ম্মাক্রান্ত নিরেট পদার্থে পরিণত হয়। ইহাকেই উক্ত ধাতুর এমাল্‌গ্যাম্ (Amalgam) অর্থাৎ পারদ-মিশ্রণ কহে। টিন্ এমাল্‌গ্যাম্ কাচের পৃষ্ঠে লাগাইয়া দর্পণ প্রস্তুত হইয়া থাকে।

খনিজ পদার্থ হইতে স্বর্ণ ও রৌপ্য পৃথক্ করিবার নিমিত্ত পারদ ব্যবহৃত হয় ; এতদ্ব্যতীত অন্যান্য শিল্প কার্য্যেও পারদ ব্যবহৃত হইয়া থাকে। বায়ু-মান, তাপ-মান প্রভৃতি যন্ত্র নির্ম্মাণে পারদের ব্যবহার হয়, ইহা পূর্ব্বে উল্লিখিত হইয়াছে। আয়ুর্ব্বেদ শাস্ত্রে পারদ সাধারণতঃ "রস" নামে অভিহিত হয় ; রসকর্পূর, রসসিন্দুর নামক ইহার ভিন্ন ভিন্ন যৌগিকগুলি কবিরাজেরা ঔষধরূপে ব্যবহার করেন।

পারদের যৌগিকগুলিকে দুই শ্রেণীতে বিভক্ত করা যায়, যথা মার্কিউরিক্ (Mercuric) ও মার্কিউরস্ (Mercurous)। প্রথম শ্রেণীর যৌগিকদিগকে পার্‌সল্ট্‌স্ (Per-salts) কহে। দ্বিতীয় শ্রেণীর যৌগিক সকল প্রোটোসল্ট্‌স্ (Proto-salts) নামে অভিহিত।

পারদ ধাতব অবস্থায় কখন কখন ঔষধরূপে ব্যবহৃত হয়। গ্রে-পাউডার্ (Grey powder) নামক ঔষধ চা-খড়ি চূর্ণ ও পারদ এতদুভয়ের মিশ্রণে উৎপন্ন, ইহা পূর্ব্বেই উল্লিখিত হইয়াছে। এই পদার্থে হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ যোগ করিলে চা-খড়ি দ্রব হইয়া যায় এবং পারদ পাত্রের তলদেশে স্থিত হয়। এই ঔষধ শিশুদিগের উদরাময় রোগে সর্ব্বদা ব্যবহৃত হইয়া থাকে। পুরাতন হইলে ইহার পারদ বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া লোহিত পারদ অক্সাইডে পরিণত হয়; এরূপ পরিবর্ত্তিত অবস্থায় এই ঔষধ ব্যবহৃত হইলে বমন ও বিরেচন হয় এবং অধিক মাত্রায় সেবিত হইলে মৃত্যু পর্য্যন্ত ঘটিবার সম্ভাবনা। এজন্য যখনই এই ঔষধ ব্যবহার করিবার আবশ্যক হয়, তখনই ইহা নূতন করিয়া প্রস্তুত করিয়া লওয়া উচিত।

গ্রেপাউডার্ ব্যতীত ব্লু পিল্ (Blue pill) নামক অপর একটী ঔষধে পারদ ধাতব অবস্থায় বিদ্যমান থাকে এবং ইহাও আভ্যন্তরীণ প্রয়োগের জন্য ব্যবহৃত হয়।

ধাতব পারদ অন্যান্য পদার্থের সহিত মিশ্রিত হইয়া পলস্তারা ও মলমরূপে বাহ্যিক প্রয়োগের নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়।

ধাতব পারদকে খাদ্য দ্রব্যের সহিত মিশ্রিত করিয়া বিষরূপে প্রয়োগ করার দৃষ্টান্ত নিতান্ত বিরল নহে। ধাতব পারদ সাধারণতঃ বিষধর্ম্মাক্রান্ত নহে, তবে কখন কখন এই আকারে প্রযুক্ত হইলে পাকাশয় মধ্যে অক্সাইডে পরিণত হইয়া শরীর মধ্যে বিষের লক্ষণ প্রকাশ করে।

পারদ অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া দুই প্রকার অক্সাইড্ প্রস্তুত করে, যথা—মার্কিউরিক্ অক্সাইড্ ও মার্কিউরস্ অক্সাইড্।

মার্কিউরিক অক্সাইড্ (Yellow Oxide of Mercury or Red Oxide of Mercury, HgO)—প্রস্তুতকরণভেদে মার্কিউরিক্ অক্সাইড্ পীত বা লোহিতবর্ণের হইয়া থাকে।

পার্ক্লোরাইড্ অফ্ মার্কারির জল-মিশ্রিত দ্রাবণে কষ্টিক্ সোডা বা পটাশ্ যোগ করিলে পীতবর্ণ অক্সাইড্ অফ্ মার্কারি অধঃস্থ হয়।

ইহা পীতবর্ণ, চূর্ণাকার, জলে অদ্রবণীয়, হাইড্রোক্লোরিক্ এসিডে সহজেই দ্রব হইয়া যায়। দগ্ধ করিলে ধাতব পারদ ও অক্সিজেনে বিশ্লিষ্ট হইয়া পড়ে। ইহা

লোহিতবর্ণ অক্সাইড্ অফ্ মার্কারির (Red Oxide of Mercury) রূপান্তর মাত্র।

ধাতব পারদে অথবা মার্কিউরিক্ নাইট্রেট্ নামক যৌগিকে উত্তাপ প্রয়োগ করিলে লোহিত পারদ অক্সাইড্ প্রস্তুত হয়। ইহা দেখিতে লোহিতবর্ণ, ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র আঁইসের আকারের দানাযুক্ত, জলে অদ্রবণীয় কিন্তু হাইড্রোক্লোরিক্ এসিডে সহজেই দ্রব হইয়া যায়। সমধিক উত্তাপে বিশ্লিষ্ট হইয়া পারদ ও অক্সিজেন্ এই দুই পদার্থ উৎপাদন করে।

মার্কিউরিক্ নাইট্রেট্ (Mercuric Nitrate, $Hg[NO_3]_2$)—ধাতব পারদ বা উহার অক্সাইডের সহিত অধিক পরিমাণ নাইট্রিক্ এসিড্ মিশ্রিত করতঃ শুষ্ক করিয়া লইলে এই পদার্থ প্রস্তুত হয়। ফার্ম্মাকোপিয়াতে ইহার দ্রাবণ (Acid solution of Nitrate of Mercury) বাহ্য প্রয়োগের নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়। পারদ, নাইট্রিক্ এসিড্ ও চোলাই করা জল একত্রিত করিয়া অল্পক্ষণ মাত্র ফুটাইলে এই দ্রাবণ প্রস্তুত হয়। অধিক পরিমাণ পারদের সহিত জল-মিশ্রিত নাইট্রিক্ এসিড্ মিশ্রিত করিলে মার্কিউরস্ নাইট্রেট্ (Mercurous Nitrate, $HgNO_3$) প্রস্তুত হয়।

মার্কিউরিক্ ক্লোরাইড্ (Mercuric Chloride, $HgCl_2$)—ইহাকে পার্ ক্লোরাইড্ অফ্ মার্কারি (Perchloride of Mercury) বা করোসিভ্ সব্লিমেট্ (Corrosive Sublimate) কহে।

সল্ফেট্ অফ্ মার্কারি ও ক্লোরাইড্ অফ্ সোডিয়ম্ সমভাগে উত্তমরূপে মিশ্রিত করতঃ রুদ্ধ পাত্রের মধ্যে রাখিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে পার্-ক্লোরাইড্ অফ্ মার্কারি ধূমাকারে উত্থিত হয় এবং উপরিস্থিত আবরণ-পাত্রের শীতলাংশে জমাট বাধে।

ইহা দেখিতে শুভ্রবর্ণ, দানাযুক্ত, আস্বাদনে কষায়, গুরু-ভার-বিশিষ্ট এবং সুরা-সারে বা ঈথরে জল অপেক্ষা অধিক পরিমাণে দ্রবণীয়। উত্তাপ প্রয়োগ করিলে বিশ্লিষ্ট না হইয়া ধূমাকারে উড়িয়া যায়।

পার্ ক্লোরাইড্ অফ মার্কারি অতিশয় বিষাক্ত পদার্থ। অধিক মাত্রায় সেবন করিলে বমন, বিরেচন প্রভৃতি লক্ষণ প্রকাশ পাইয়া অবশেষে মৃত্যু উপস্থিত হয়। এল্বুমেনের সহিত মিশ্রিত হইলে জমাট বাঁধিয়া একটী পদার্থ প্রস্তুত হয়; উহা

জলে সহজে গলে না এবং পাকস্থলী দ্বারা শোষিত হয় না, একারণ এই বিষ ভক্ষণ করিলে রোগীকে প্রচুর পরিমাণে ডিমের শ্বেতাংশ খাইতে দেওয়া হয়।

এই পদার্থ উৎকৃষ্ট পচন-নিবারক (Antiseptic), এই জন্য ইহার জলমিশ্রিত দ্রাবণ সংক্রামক রোগের বীজ নষ্ট করিবার নিমিত্ত এবং অস্ত্র চিকিৎসায় ক্ষত ধৌত করিবার জন্য সর্ব্বদা ব্যবহৃত হয়।

ফার্ম্মাকোপিয়াতে লাইকার্ হাইড্রার্জ্জিরাই পার্ ক্লোরাইড্ (Liquor Hydrargyri Perchloride) নামক যে দ্রাবণের উল্লেখ আছে, তাহা মার্কিউরিক্ ক্লোরাইড্ ও চোলাই করা জল একত্রে মিশ্রিত করিয়া প্রস্তুত হইয়া থাকে।

পার্ ক্লোরাইড্ অফ্ মার্কারির দ্রাবণে চূণের জল যোগ করিয়া লোশিয়ো হাইড্রার্জ্জিরাই ফ্লেভা (Lotio Hydrargyri Flava) নামক দ্রাবণ প্রস্তুত হইয়া বাহ্য প্রয়োগের নিমিত্ত প্রস্তুত হয়।

সব্ ক্লোরাইড্ অফ্ মার্কারি (Hydrargyri Subchloridum—Calomel, HgCl)—পার্ ক্লোরাইড্ অফ্ মার্কারি ৪ ভাগ ও মার্কারি ৩ ভাগ, একত্রে মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে ক্যালমেল্ উড়িয়া আবরণ-পাত্রের শীতলাংশে জমাট বাঁধিয়া যায়। ইহা দানাযুক্ত অবস্থায়ও প্রাপ্ত হওয়া যায় এবং ইহাকে বাংলায় রসকর্পূর কহে। ইহার সহিত পার্ ক্লোরাইড্ অনেক সময়ে মিশ্রিত থাকে।

মার্কিউরস্ সল্ফেট্ ও সোডিয়ম্ ক্লোরাইড্ একত্রে মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলেও ক্যালমেল্ প্রস্তুত হয়।

ইহা দেখিতে শুভ্রবর্ণ, চূর্ণাকার, গুরু-ভার-বিশিষ্ট, আস্বাদ ও গন্ধবিহীন; জল, সুরা ও ঈথরে অদ্রবণীয়। এমোনিয়া, সোডা বা পটাশ্ সংযোগে কৃষ্ণবর্ণ ধারণ করে এবং উত্তাপ সংযোগে বিশ্লিষ্ট না হইয়া ধূমাকারে উড়িয়া যায়।

ব্ল্যাক্ ওয়াশ্ (Lotio Hydrargyri Nigra—Black wash)—নামক যে বাহ্য প্রয়োগের ঔষধ ফার্ম্মাকোপিয়াতে উল্লিখিত আছে, তাহা ক্যালমেল্ ও চূণের জলের মিশ্রণে প্রস্তুত হয়। ক্যালমেল্ অধিক পরিমাণ কষ্টিক্ পটাশের দ্রাবণের সহিত মিশ্রিত হইলে কৃষ্ণবর্ণ মার্কিউরস্ অক্সাইড্ (Mercurous Oxide, Hg_2O) নামক যৌগিক উৎপাদন করে।

ক্যালমেলের সহিত কখন কখন পারক্লোরাইড্ অফ্ মার্কারি কিয়ৎপরিমাণে মিশ্রিত থাকে। ক্যালমেলকে উত্তমরূপে জলে ধৌত করিলেই পারক্লোরাইড্ অফ্ মার্কারি জলে দ্রব হইয়া পৃথক্ হইয়া আইসে; এই দ্রাবণে আইওডাইড্ অফ্ পোটাসিয়ম্ যোগ করিলে লোহিতবর্ণ মার্কিউরিক্ আইওডাইড্ অধঃস্থ হয়। অধিক আইওডাইড্ সংযোগে ইহা দ্রব হইয়া যায়।

এমোনিয়েটেড্ মার্কারি (Hydrargyrum Ammoniatum—White Precipitate, NH_2HgCl)—পারক্লোরাইড্ অফ্ মার্কারি, এমোনিয়ার দ্রাবণ ও চোলাই করা জল একত্রে মিশ্রিত করিয়া এই পদার্থ প্রস্তুত হয়।

ইহা দেখিতে শুভ্রবর্ণ, চূর্ণাকার, ওজনে ভারী, উত্তাপ প্রয়োগ করিলে উড়িয়া যায় ইহা জল, সুরা-সার ও ঈথরে অদ্রবণীয়।

ইহা বাহ্য প্রয়োগের নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়।

রেড্ আইওডাইড্ অফ্ মার্কারি (Hydrargyri Iodidum Rubrum, HgI_2)—পার্ ক্লোরাইড্ অফ্ মার্কারি ও আইওডাইড্ অফ্ পোটাসিয়মের দ্রাবণ একত্রে মিশ্রিত করিলে এই পদার্থ অধঃস্থ হয়;

ইহা দেখিতে উজ্জ্বল লোহিতবর্ণ ও দানাবিশিষ্ট; কোন পাত্রের উপর রাখিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে হরিদ্রাবর্ণ ধারণ করে। জল বা সুরা-সারে অতি সামান্য পরিমাণে দ্রবণীয় কিন্তু ঈথরে অতি সহজে দ্রবণীয়।

ইহা প্রধানতঃ বাহ্য প্রয়োগের নিমিত্ত ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

সল্ফাইড্ অফ্ মার্কারি (Hydrargyri Sulphuratum, artificial cinnabar, HgS)—পারদ ও গন্ধক একত্রিত করিয়া উত্তাপ সংযোগে দ্রব করিলে উহা স্ফীত হইয়া উঠে; পরে উহাকে অগ্নি হইতে সরাইয়া উত্তমরূপে পেষণ করতঃ পুনরায় উত্তাপ প্রয়োগ করিলে এই পদার্থ উড়িয়া আবরণ-পাত্রের শীতলাংশে জমাট বাঁধিয়া যায়; ইহাই কৃত্রিম সিনাবার্ নামে অভিহিত। খনির মধ্যে পারদ ও গন্ধক মিশ্রিত যে যৌগিক প্রাপ্ত হওয়া যায়, তাহাকে স্বভাবজাত সিনাবার্ কহে।

ইহা দানাবিশিষ্ট, চূর্ণ করিলে উজ্জ্বল লোহিতবর্ণ দেখায়—চূর্ণাবস্থায় ইহাকে

ভার্মিলিয়ন্ (Vermilion, চীনের সিন্দুর) কহে। উত্তাপ প্রয়োগ করিলে ইহা একেবারে উড়িয়া যায়। জল বা সুরা-সারে ইহা অদ্রবণীয়।

পারদ ও গন্ধক একত্রে উত্তমরূপে মাড়িলে কৃষ্ণবর্ণ পারদ সল্‌ফাইড্ প্রস্তুত হয় ; ইহাকে বাঙ্গালায় "কজ্জলি" কহে।

পারদের স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

১। পারদের কোন যৌগিকের সহিত কার্ব্বনেট্ অব্ সোডা উত্তমরূপে মিশ্রিত করিয়া একটী সরু পরীক্ষা-নলের মধ্যে রাখিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে ধাতব পারদ বাষ্পাকারে উত্থিত হইয়া নলের উপরিস্থ শীতলাংশে ধূসরবর্ণের গোলাকার রেখাপাত করে; অণুবীক্ষণ-যন্ত্র সাহায্যে পারদের গোল কণাগুলি (Globules) এই রেখার মধ্যে স্পষ্টরূপে দেখিতে পাওয়া যায়।

২। পারদের যৌগিকের দ্রাবণে জল-মিশ্রিত হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ ও তাম্রপাত একত্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে পারদের শুভ্রবর্ণ আবরণ তাম্রপাতের উপর পতিত হয়। পরে ঐ তাম্র পাত ধৌত ও শুষ্ক করিয়া একটী টেষ্ট্ টিউবের মধ্যে রাখিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে ধাতব পারদ নলের উপরিভাগে একটী ধূসরবর্ণের রেখাপাত করে ; অণুবীক্ষণ-যন্ত্র সাহায্যে ইহার মধ্যে পারদের গোলাকার কণা দেখিতে পাওয়া যায় (রায়েন্সের মতে পরীক্ষা)।

মার্কিউরিক্ যৌগিকের পরীক্ষা।

মার্কিউরিক্ পার্‌ক্লোরাইডের দ্রাবণ পরীক্ষার জন্য ব্যবহৃত হয়।

১। আইওডাইড্ অফ্ পোটাসিয়ম্ সংযোগে উজ্জ্বল লোহিতবর্ণ মার্কিউরিক্ আইওডাইড্ অধঃস্থ হয়। এই অধঃস্থ পদার্থ অধিক পরিমাণ মার্কিউরিক্ ক্লোরাইড্ বা পোটাসিয়ম্ আইওডাইডের দ্রাবণ সংযোগে দ্রব হইয়া যায়।

২। সল্‌ফিউরিটেড্ হাইড্রোজেন্ সংযোগে কৃষ্ণবর্ণ মার্কিউরিক্ সল্‌ফাইড্ অধঃস্থ হয়।

৩। কষ্টিক্ সোডা বা পটাশ্ সংযোগে হরিদ্রাবর্ণ মার্কিউরিক্ অক্সাইড্ অধঃস্থ হয়।

৪। এমোনিয়া সংযোগে শ্বেতবর্ণ এমোনিয়েটেড্ মার্কারি নামক পদার্থ অধঃস্থ হয়।

মার্কিউরস্ যৌগিকের পরীক্ষা।

মার্কিউরস্ নাইট্রেটের দ্রাবণ পরীক্ষার জন্য ব্যবহৃত হয়।

১। হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ বা জলে দ্রবণীয় কোন ক্লোরাইড্ সংযোগে শ্বেতবর্ণ মার্কিউরস্ ক্লোরাইড্ (Calomel) অধঃস্থ হয় : ইহা কষ্টিক্ পটাশ্, সোডা বা এমোনিয়া সংযোগে কৃষ্ণবর্ণ ধারণ করে।

২। কষ্টিক্ পটাশ্, সোডা বা এমোনিয়া সংযোগে কৃষ্ণবর্ণ মার্কিউরস্ অক্সাইড্ অধঃস্থ হয়।

সিল্‌ভার্ (Silver)—রৌপ্য।

সাঙ্কেতিক চিহ্ন Ag ; পারমাণবিক গুরুত্ব ১০৭·৮৮।

অতি প্রাচীনকাল হইতে রৌপ্যের ব্যবহার চলিয়া আসিতেছে।

রৌপ্য কখন কখন খনিতে বিশুদ্ধাবস্থায় প্রাপ্ত হওয়া যায়, কিন্তু সচরাচর ইহা গন্ধক, এণ্টিমনি, ক্লোরিণ্ বা ব্রোমিনের সহিত মিলিত হইয়া খনির মধ্যে অবস্থিতি করে। ইতিপূর্ব্বে গ্যালিনা (Galena) নামক যে সীসের যৌগিকের উল্লেখ করা হইয়াছে, তন্মধ্যে অল্প পরিমাণে রৌপ্য থাকে। প্রথমতঃ কৌশলক্রমে গ্যালিনাস্থিত সমস্ত রৌপ্যকে একস্থানে সঞ্চয় করিয়া দগ্ধাস্থির উপর স্থাপন করতঃ বায়ুমধ্যে দগ্ধ করিলে উহা হইতে রৌপ্য পৃথক্ হইয়া পড়ে।

রৌপ্যের সল্‌ফাইড্ প্রভৃতি অন্যান্য খনিজ-পদার্থ হইতে রৌপ্য পৃথক্ করিতে হইলে উহাদিগের সহিত প্রথমতঃ খাদ্য-লবণ মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিতে হয়। এইরূপে সিল্‌ভার্ সলফাইড্ সিল্‌ভার্ ক্লোরাইডে পরিণত হয়। এই পদার্থের সহিত ধাতব লৌহ ও জল একত্রিত করিয়া আলোড়ন করিলে রৌপ্য ধাতব অবস্থায় পৃথক্ হয় ; পরে উহার সহিত পারদ মিশ্রিত করিলে একটী এমাল্‌গ্যাম্ প্রস্তুত হয়। ইহাতে উত্তাপ প্রয়োগ করিলে পারদ বাষ্পাকারে উড়িয়া যায় এবং পাত্র মধ্যে রৌপ্য অবশিষ্ট থাকে।

রৌপ্য দেখিতে শুভ্রবর্ণ ও উজ্জ্বল, বায়ুসংস্পর্শে বা জলমধ্যে ফেলিয়া রাখিলে ইহার কোনরূপ পরিবর্ত্তন হয় না। উত্তাপ সংযোগে বায়ু মধ্যে দ্রব করিলে ইহা আয়তনের বাইশগুণ অধিক অক্সিজেন্ শোষণ করে ; শীতল হইলে এই অক্সিজেন্ নির্গত হইয়া যায়। নাইট্রিক্ এসিডে রৌপ্য দ্রব হইয়া নাইট্রেট্ অফ্ সিল্‌ভার্ প্রস্তুত হয় ; সাধারণ ভাষায় ইহাকে "কাষ্টিকি" (Lunar caustic) কহে। উত্তাপ সংযোগে রৌপ্য সল্‌ফিউরিক্ এসিডে দ্রব হইয়া সল্‌ফেট্ অফ্ সিল্‌ভার্ নামক লবণ প্রস্তুত করে। সল্‌ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ রৌপ্যের সহিত মিলিত হইয়া কৃষ্ণবর্ণ সিল্‌ভার্ সল্‌ফাইড্ নামক লবণ প্রস্তুত করে। পচা জলে সল্‌ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ থাকে বলিয়া রৌপ্য নির্ম্মিত কোন সামগ্রী ঐ জলে নিমজ্জিত করিলে উহার উজ্জ্বলতা নষ্ট হইয়া বিবর্ণ হইয়া যায়।

ক্লোরিণ্, ব্রোমিন্ এবং আইওডিন্, রৌপ্যের সহিত মিলিত হইয়া যথাক্রমে

সিল্ভার্ ক্লোরাইড্, সিল্ভার্ ব্রোমাইড্ ও সিল্ভার্ আইওডাইড্ নামক তিনটী লবণ প্রস্তুত করে; আলোক সংস্পর্শে উহাদিগের বর্ণ পরিবর্ত্তিত হয় বলিয়া ঐ সকল দ্রব্য ফটোগ্রাফিতে ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

রৌপ্য সামান্য পরিমাণ তাম্রের সহিত মিশ্রিত হইয়া প্রচলিত মুদ্রা ও বাসনাদি প্রস্তুতকরণে ব্যবহৃত হয়। শিলিং প্রভৃতি ইংলণ্ডীয় রৌপ্য মুদ্রায় শতকরা ৭ ভাগ তাম্র মিশ্রিত থাকে। টাকা, আধুলি প্রভৃতি এতদ্দেশীয় চলিত রৌপ্য মুদ্রায় শতকরা প্রায় নয় ভাগ তাম্রের খাদ মিশ্রিত থাকে।

সিল্ভার্ অক্সাইড্ (Oxide of Silver, Ag_2O)—সিল্ভার্ নাইট্রেটের দ্রাবণে কষ্টিক্ সোডা, পটাশ্ বা চূণের জল যোগ করিলে এই পদার্থ প্রস্তুত হয়।

ইহা প্রস্তুতকালীন দেখিতে ধূসরবর্ণ কিন্তু কিছুদিন পরে কৃষ্ণবর্ণ ধারণ করে। ইহা জলে অদ্রবণীয় কিন্তু এমোনিয়া বা নাইট্রিক্ এসিডে সহজেই দ্রবণীয়। ক্রিয়োজোট্ (Creosote) নামক ঔষধের সহিত ইহা একত্রিত হইলে স্ফোটন (Explosion) হয়, এজন্য এই দুই পদার্থের একত্রে ঔষধার্থে প্রয়োগ নিষিদ্ধ।

ধাতব রৌপ্যের সহিত ওজোন্ (Ozone) একত্রিত হইলে সিল্ভার্ ডাই-অক্সাইড্ (Silver Dioxide, Ag_2O_2) নামক অপর একটী অক্সাইড্ প্রস্তুত হয়।

সিল্ভার্ নাইট্রেট্ (Nitrate of Silver, $AgNO_3$)—রৌপ্য নাইট্রিক্ এসিডে দ্রব করিয়া উত্তাপ প্রয়োগে শুষ্ক করিয়া লইলে এই পদার্থ প্রস্তুত হয়।

ইহা স্বচ্ছ, দানাবিশিষ্ট, জলে ও সুরা-সারে দ্রবণীয়। উত্তাপ সংযোগে এই পদার্থ দ্রব হইয়া যায়; এরূপ অবস্থায় ইহাকে ছাঁচে ঢালিয়া সরু বাতির আকারে পরিণত করা হয়। সিল্ভার্ নাইট্রেট্ কোন অর্গানিক্ পদার্থের সহিত একত্রিত হইয়া সূর্য্য-কিরণ-সংস্পৃষ্ট হইলে কৃষ্ণবর্ণ হইয়া যায়; এজন্য কাপড়ে মার্কা দিবার কালী (Marking ink) ও চুলের কলপ্ ইহা হইতে প্রস্তুত হইয়া থাকে।

সিল্ভার্ ক্লোরাইড্ (Chloride of Silver, AgCl)—সিল্ভার্ নাইট্রেটের দ্রাবণে হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ বা জলে দ্রবণীয় কোন ক্লোরাইড্ যোগ করিলে এই পদার্থ প্রস্তুত হয়।

ইহা শ্বেতবর্ণ কিন্তু আলোক-সংস্পর্শে ঈষৎ বেগুণীবর্ণ ধারণ করে, একারণ ফটোগ্রাফিতে ইহা ব্যবহৃত হয়। ইহা জলে একেবারেই অদ্রবণীয় কিন্তু এমোনিয়া বা সোডিয়ম্ হাইপো-সল্‌ফাইটের (Sodium Hypo-sulphite) দ্রাবণে সহজেই গলিয়া যায়। ফটোগ্রাফির নেগেটিভ্ (Negative) খানি স্থায়ী (Fix) করিবার জন্ত সোডিয়ম্ হাইপো-সল্‌ফাইটের দ্রাবণ ব্যবহৃত হয়। নেগেটিভের যে অংশ আলোক সংস্পর্শে বিবর্ণ হইয়া যায় অর্থাৎ যে স্থানে ছবি উঠিয়াছে, হাইপো-সল্‌ফাইটের দ্রাবণ সংযোগে ধাতব রৌপ্য তদুপরি পতিত হয়, কিন্তু যে স্থানের সিল্‌ভার্ ক্লোরাইড্ আলোক দ্বারা স্পৃষ্ট হয় নাই অর্থাৎ যে স্থানে ছবির কোন অংশ নাই, তাহা হাইপো-সল্‌ফাইটের দ্রাবণে একেবারে দ্রব হইয়া যায়, সুতরাং কেবলমাত্র প্রতিমূর্ত্তি খানি কাচের উপর অবস্থিত থাকে।

ক্লোরাইডের ন্যায় ক্ষার-ধাতুর ব্রোমাইড্ ও আইওডাইড্ সংযোগে যথাক্রমে সিল্‌ভার্ ব্রোমাইড্ ও সিল্‌ভার্ আইওডাইড্ নামক দুইটী লবণ প্রস্তুত হয়। ইহারাও আলোক সংস্পর্শে বর্ণ পরিবর্ত্তন করে।

রৌপ্যের স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

সিল্‌ভার্ নাইট্রেটের দ্রাবণ পরীক্ষার জন্ত ব্যবহৃত হয়।

১। হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ বা জলে দ্রবণীয় কোন ক্লোরাইড্ সংযোগে শ্বেতবর্ণ সিল্‌ভার্ ক্লোরাইড্ অধঃস্থ হয়; এমোনিয়া সংযোগে ইহা দ্রব হইয়া যায়।

২। সল্‌ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ সংযোগে কৃষ্ণবর্ণ সিল্‌ভার্ সল্‌ফাইড্ অধঃস্থ হয়।

৩। ক্রোমেট্ অফ্ পটাশ্ সংযোগে গাঢ় রক্তবর্ণ ক্রোমেট্ অফ্ সিল্‌ভার্ অধঃস্থ হয়

৪। রৌপ্যের যৌগিকের দ্রাবণে তাম্র বা দস্তাখণ্ড নিমজ্জিত করিলে ধাতব রৌপ্য পৃথক্ হইয়া এই সকল পদার্থের উপর শুভ্র আচ্ছাদনরূপে পতিত হয়।

ষষ্ঠ পরিচ্ছেদ।

—:•:—

এলুমিনিয়ম্ (Aluminium)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন Al, পারমাণবিক গুরুত্ব ২৭।

এলুমিনিয়ম্ ধাতু খনিতে ধাতব অবস্থায় প্রাপ্ত হওয়া যায় না। ফেল্‌স্পার্ (Felspar) নামক পার্ব্বতীয় মৃত্তিকার মধ্যে এই ধাতু অক্সিজেন্ ও সিলিকনের সহিত মিলিত হইয়া অবস্থিতি করে। এই ধাতু মৃত্তিকার একটী উপাদান। বক্সাইট্ (Bauxite) নামক খনিজ পদার্থের মধ্যে ইহা প্রচুর পরিমাণে অবস্থিতি করে।

সোডিয়ম্ ও এলুমিনিয়মের ডবল্ ক্লোরাইডের সহিত সোডিয়ম্ ধাতু মিশ্রিত করিয়া অত্যধিক উত্তাপ প্রয়োগ করিলে এলুমিনিয়ম্ ধাতব অবস্থায় পৃথক্ হইয়া পড়ে।

এলুমিনিয়ম্ অক্সাইড্‌কে কার্ব্বন্ ইলেক্ট্রোডের মধ্যে স্থাপন করিয়া তড়িৎ-স্ফুলিঙ্গ দ্বারা দগ্ধ করিলে উহা হইতে ধাতব এলুমিনিয়ম্ পৃথক্ হইয়া পড়ে।

স্বরূপ ও প্রধর্ম্ম—এই ধাতু দেখিতে নীলাভ শ্বেতবর্ণ; ইহা তাম্রের ন্যায় কঠিন ও ঘাতসহ এবং জল বা বায়ু সংস্পর্শে ইহার কিছুমাত্র পরিবর্ত্তন সংসাধিত হয় না; জল-মিশ্রিত যে কোন খনিজ দ্রাবকে ইহা দ্রবণীয়। এই ধাতু উৎকৃষ্ট তড়িৎ ও তাপ পরিচালক। ইহা অন্যান্য ধাতুর সহিত মিশ্রিত হইয়া মিশ্র-ধাতু (Alloy) প্রস্তুত করে।

এলুমিনা (Alumina, Al_2O_3)—এলুমিনিয়ম্ ধাতু অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া এই যৌগিক প্রস্তুত করে। এলমের (ফট্‌কিরি) দ্রাবণে এমোনিয়া যোগ করিলে যে শ্বেতবর্ণ পদার্থ অধঃস্থ হয়, উহাকে দগ্ধ করিয়া লইলে বিশুদ্ধ এলুমিনা প্রস্তুত হয়। ইহা নীলা, চুনী প্রভৃতি বহুমূল্য খনিজ প্রস্তরের উপাদান। বস্ত্রাদি রঞ্জিত করিবার জন্য যে সকল উদ্ভিজ্জাত রঙ ব্যবহৃত হয়,

উহাদিগের সহিত এলুমিনা মিশ্রিত করিলে রঙ পাকা হয়; পাকা রঙে রঞ্জিত বস্ত্রাদি ধৌত করিলেও রঙ উঠে না।

এলুমেন্ (Sulphate of Aluminium and Potassium or Sulphate of Aluminium and Ammonium, [$Al_2 3SO_4$, K_2SO_4 $24H_2O$] or [$Al_2 3SO_4$, $(NH_4)_2SO_4$, $24H_2O$])—সাধারণ ভাষায় ইহাকে এলম্ (Alum) বা ফট্‌কিরি কহে। পোটাসিয়মের সহিত মিলিত থাকিলে পটাশ্ এলম্ এবং এমোনিয়ার সহিত মিলিত থাকিলে এমোনিয়া এলম্ কহে।

শেল্ (Shale) নামক এক প্রকার এলুমিনিয়ম্-সংযুক্ত মৃত্তিকা জল-মিশ্রিত সল্‌ফিউরিক্ এসিডের সহিত একত্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগে এলুমিনিয়ম্ সল্‌ফেট্ প্রস্তুত হয়। পরে উহার সহিত পোটাসিয়ম্ বা এমোনিয়ম্ সল্‌ফেট্ মিশ্রিত করিলে পোটাসিয়ম্ বা এমোনিয়ম্ এলম্ উৎপন্ন হয়।

ইহা বর্ণহীন, স্বচ্ছ, আস্বাদনে অম্ল ও কষায় রসবিশিষ্ট; অষ্ট-কোণ-যুক্ত দানার আকারে (Octahedral crystals) দ্রাবণ হইতে পৃথক্ হয়।

ফার্ম্মাকোপিয়াতে যে নির্জ্জল ফট্‌কিরির (Dried Alum) উল্লেখ আছে, তাহা পটাশ্ এলম্ দগ্ধ করিয়া প্রস্তুত হইয়া থাকে।

এলুমিনিয়ম্ ক্লোরাইড্ (Aluminium Chloride), এলুমিনিয়ম্ সল্‌ফেট্ (Aluminium Sulphate), এলুমিনিয়ম্ ফস্‌ফেট্ (Aluminium Phosphate) প্রভৃতি এই ধাতুর কয়েকটী যৌগিক সেরূপ প্রয়োজনীয় নহে বলিয়া এস্থলে তাহাদিগের বিষয় আলোচনা করা গেল না।

এলুমিনিয়মের স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

১। এমোনিয়া সংযোগে শ্বেতবর্ণ এলুমিনিয়ম্ হাইড্রেট্ অধঃস্থ হয়। এমোনিয়ার দ্রাবণে ইহা অদ্রবণীয় (জিঙ্কের সহিত প্রভেদ)।

২। কষ্টিক্ পটাশ্ বা সোডা সংযোগে শ্বেতবর্ণ এলুমিনিয়ম্ হাইড্রেট্ অধঃস্থ হয়; পরিচারকের পরিমাণ অধিক হইলে ইহা গলিয়া যায়।

৩। এলুমিনিয়মের যৌগিক এক খণ্ড কয়লার উপর ব্লোপাইপ সাহায্যে উত্তপ্ত করিয়া পরে কোবল্ট্ নাইট্রেটের দ্রাবণে সিক্ত করিয়া পুনরায় উত্তাপ প্রয়োগ করিলে উহা নীলবর্ণ ধারণ করে।

পোর্সিলেন্, কাচ এবং মাটির বাসন।

(Porcelain, Glass and Earthen-ware)

পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে যে মৃত্তিকা, এলুমিনিয়ম্, সিলিকন্ ও অক্সিজেনের মিলনে উৎপন্ন, এজন্য ইহাকে এলুমিনিয়ম্ সিলিকেট্ (Silicate of Aluminium) কহে।

ক্ষার-ধাতুর সিলিকেট্গুলি জলে দ্রবণীয়; ক্ষার-মৃত্তিকা ধাতুর সিলিকেট্গুলি জলে দ্রবণীয় নহে কিন্তু দ্রাবক সংযোগে দ্রব হয়। এই দুই প্রকার সিলিকেট্ একত্রে মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ সংযোগে দ্রব করিলে কাচ প্রস্তুত হয়। কাচ, কি জল, কি এসিড্, কিছুতেই দ্রবণীয় নহে। এতদ্ব্যতীত লৌহ, এলুমিনিয়ম্, সীস প্রভৃতি ধাতুর সিলিকেটও কাচ নির্ম্মাণের জন্য ব্যবহৃত হয়।

যে সকল বোতল ও শিশি সচরাচর ঔষধ রাখিবার জন্য ব্যবহৃত হয়, তাহারা ঈষৎ সবুজবর্ণের; তাহারা যে কাচে নির্ম্মিত, ইংরাজীতে তাহাকে বটল্ গ্লাস্ (Bottle glass) কহে। সোডিয়ম্, ক্যাল্সিয়ম্, আয়রণ্ ও এলুমিনিয়ম্ ধাতুর সিলিকেট্ সকল একত্রে মিশ্রিত করিয়া এই কাচ প্রস্তুত হইয়া থাকে।

আমরা গৃহকার্য্যের জন্য কাচের গেলাস প্রভৃতি যে সকল পদার্থ ব্যবহার করিয়া থাকি, তাহা ফ্লিন্ট্ গ্লাস্ (Flint glass) নামক কাচে নির্ম্মিত। পোটাসিয়ম্ সিলিকেট্ ও লেড্ সিলিকেট্ একত্রে মিশ্রিত করিয়া ফ্লিন্ট্ গ্লাস্ প্রস্তুত হয়।

রাসায়নিক্ পরীক্ষার জন্য যে সকল কাচ-নির্ম্মিত যন্ত্র আবশ্যক হয়, তাহারা ক্রাউন্ গ্লাসে (Crown glass) গঠিত। সোডিয়ম্ ও ক্যাল্সিয়ম্ ধাতুর সিলিকেট্ একত্রে মিশ্রিত করিয়া ক্রাউন্ গ্লাস্ প্রস্তুত হয়। এই উপাদান দ্বারাই উইণ্ডো (Window) ও প্লেট্ (Plate) গ্লাস্ নির্ম্মিত হয়।

অত্যধিক উত্তাপ সংযোগে কোন দ্রব্য দগ্ধ করিতে হইলে যে সকল কাচের যন্ত্র ব্যবহৃত হয়, তাহারা বোহিমিয়ান্ গ্লাসে (Bohemian glass) নির্ম্মিত। পোটাসিয়ম্ ও ক্যাল্সিয়ম্ ধাতুর সিলিকেট্ বোহিমিয়ান্ গ্লাসের উপাদান।

কাচ প্রস্তুত করিতে হইলে উপাদান গুলি একত্রে মিশ্রিত করিয়া সিকি হইতে অর্দ্ধ ওজনের ভাঙ্গা কাচ উহার সহিত একত্রিত করতঃ উত্তাপ সংযোগে

দ্রব করিতে হয়। দ্রব অবস্থায় ফুৎকার দ্বারা বা ছাঁচে ঢালিয়া কাচ হইতে যে বস্তু ইচ্ছা, আমরা প্রস্তুত করিতে পারি। কাচ-নির্ম্মিত পদার্থগুলিকে ক্রমে ক্রমে শীতল করা উচিত, নতুবা তাহারা অতিশয় ভঙ্গপ্রবণ হয়। এইরূপে ক্রমশঃ শীতলকরণ-প্রক্রিয়াকে ইংরাজীতে "এনীলিং" (Annealing) কহে।

কতকগুলি ধাতব অক্সাইড্ দ্রবীভূত কাচের সহিত মিশ্রিত হইলে নানাবিধ বর্ণ উৎপাদন করে। ফেরস্ অক্সাইড্ হইতে গাঢ় সবুজ, ম্যাঙ্গানীজ্ অক্সাইড্ হইতে বেগুণী, কোবল্ট্ অক্সাইড্ হইতে নীল, কিউপ্রস্ অক্সাইড্ হইতে লোহিত এবং ফেরিক্ অক্সাইড্ হইতে হরিদ্রাবর্ণ উৎপন্ন হয়। যে বর্ণের কাচ প্রস্তুত করিতে হইবে, উক্ত বর্ণোৎপাদক ধাতব অক্সাইড্ অল্প পরিমাণে দ্রবীভূত কাচের সহিত মিশ্রিত করিলে তাহা প্রস্তুত হয়।

কাচ নির্ম্মাণের জন্য যে সকল উপাদান ব্যবহৃত হয়, তাহাদিগের মধ্যে স্বভাবতঃ ফেরস্ অক্সাইড্ অল্প বা অধিক পরিমাণে অবস্থিতি করে, সুতরাং কাচ প্রস্তুত হইলে উহা ঈষৎ সবুজবর্ণের দেখায়। বর্ণহীন কাচ প্রস্তুত করিতে হইলে ম্যাঙ্গানীজ্ ডাই অক্সাইড্, আর্সেনিক্ ট্রাই-অক্সাইড্, পোটাসিয়ম্ নাইট্রেট্ প্রভৃতি যে কোন একটী অক্সিজেন্-প্রদায়ক পদার্থ অল্প পরিমাণে কাচের সহিত মিশ্রিত করিয়া দিলে উক্ত সবুজ রঙ নষ্ট হয়, সুতরাং কাচ সম্পূর্ণ বর্ণহীন দেখায়।

পোর্সিলেন্ এক প্রকার মৃত্তিকা; ইহা বিশুদ্ধ সিলিকেট্ অফ্ এলুমিনিয়ম্। সচরাচর চীনামাটি (Kaolin or Porcelain clay) হইতে পোর্সিলেন প্রস্তুত হয়। চীনামাটি শুভ্রবর্ণ ও উহার চূর্ণ অতি সূক্ষ্ম। যে সকল মাটির বাসন সচরাচর ব্যবহৃত হয়, তাহারা রঙ্গিন্ সাধারণ মৃত্তিকা হইতে প্রস্তুত হইয়া থাকে।

পোর্সিলেনের দ্রব্যাদি প্রস্তুত করিতে হইলে প্রথমতঃ চীনামাটি দ্বারা পদার্থের গঠন নির্ম্মাণ উহাকে করিয়া ফেল্স্পার (Felspar) নামক পার্ব্বতীয়-মৃত্তিকা-মিশ্রিত জলে ডুবাইলে উক্ত পদার্থের সমস্ত ছিদ্র রুদ্ধ হইয়া উহার উপরে ফেল্স্পারের একটী আচ্ছাদন পতিত হয়। পরে উক্ত পদার্থকে অত্যধিক তাপ সংযোগে দগ্ধ করিয়া লইলে উৎকৃষ্ট পোর্সিলেন্ নির্ম্মিত দ্রব্য প্রস্তুত হয়।

সাধারণ মাটির বাসনের ছিদ্র রুদ্ধ করিবার নিমিত্ত ফেল্স্পারের পরিবর্ত্তে

খাত্ত লবণ ব্যবহৃত হয়। যে চুল্লীতে মাটির বাসন পোড়ান হয়, তাহার মধ্যে কিয়ৎপরিমাণ লবণ নিক্ষেপ করিলে উহা বাষ্পাকার ধারণ করিয়া বাসনের মাটির সহিত মিলিত হয় এবং সোডিয়ম্ সিলিকেটে পরিণত হইয়া পাত্রস্থ ছিদ্র সমূহ অবরুদ্ধ করিয়া দেয়।

ড্রেনেজ্ পাইপ্, টাইল্ প্রভৃতি মৃত্তিকা-নির্ম্মিত পদার্থের উপর বিভিন্ন বর্ণের মসৃণ আবরণ (Glaze) সংলগ্ন করিবার জন্ত মেটিয়া সিন্দুর, জিঙ্ক্ অক্সাইড্, ম্যাঙ্গানীজ্ ডাই-অক্সাইড্ প্রভৃতি পদার্থ ব্যবহৃত হয়।

সপ্তম পরিচ্ছেদ।

—(:*:)—

আয়রণ্ (Iron) লৌহ।

সাঙ্কেতিক চিহ্ন Fe, পারমাণবিক গুরুত্ব ৫৫·৮৮।

আমরা যত ধাতু ব্যবহার করিয়া থাকি, তন্মধ্যে লৌহ সর্ব্বাপেক্ষা অধিক প্রয়োজনীয়। অতি প্রাচীনকাল হইতে লৌহের ব্যবহার চলিয়া আসিতেছে।

লৌহ ধাতব অবস্থায় সামান্য পরিমাণে পৃথিবীর উপরিভাগে প্রাপ্ত হওয়া যায়। সময়ে সময়ে পৃথিবীর উপরিভাগে যে সকল উল্কাপিণ্ড পতিত হয়, তাহাদিগের মধ্যে লৌহ ধাতব অবস্থায় বিদ্যমান থাকে।

লৌহ, অক্সিজেন বা গন্ধকের সহিত মিলিতাবস্থায় পৃথিবীর নানাস্থানে যথেষ্ট পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়। লৌহ ও অক্সিজেন্ এতদুভয়ে মিলিত হইয়া নিম্নলিখিত খনিজ যৌগিকগুলি উৎপাদন করে—

১ম। স্পেকুলার্ আয়রণ্ ওর্ (Specular Iron Ore)

২য়। ম্যাগ্‌নেটিক্ আয়রণ্ ওর্ (Magnetic Iron Ore)

৩য়। রেড্ হিমাটাইট্ (Red Hæmatite)

৪র্থ। ব্রাউন্ হিমাটাইট্ (Brown Hæmatite)

গন্ধকের সহিত লৌহের যোগ হইয়া যে খনিজ যৌগিক উৎপন্ন হয়, তাহাকে আয়রণ্ পাইরাইটিজ্ (Iron Pyrites, FeS_2) কহে।

গন্ধক, অক্সিজেন্ ও লৌহ একত্রে মিলিত হইয়া সল্‌ফেট্ অফ্ আয়রণ্ প্রস্তুত হয়; ইহাও খনির মধ্যে প্রাপ্ত হওয়া যায়।

লৌহ কার্ব্বনিক্ এসিডের সহিত মিলিত হইয়া কার্ব্বনেট্ অফ্ আয়রণ্ বা ক্লে আয়রণ্ ষ্টোন্ (Clay Iron Stone) নামক খনিজ যৌগিক প্রস্তুত করে।

সচরাচর আমরা তিন প্রকারের লৌহ দেখিতে পাই, যথা :—রট্ আয়রণ্ (Wrought Iron), কাষ্ট্ আয়রণ্ (Cast Iron) ও ষ্টীল্ (Steel) বা ইস্পাত। ইহাদিগের পরস্পরের মধ্যে ধর্ম্ম ও উপাদানগত পার্থক্য লক্ষিত

হয়। রট্ আয়রণ্ই বিশুদ্ধ লৌহ; কাষ্ট্ আয়রণে সামান্য পরিমাণে সিলিকন্ ও কার্ব্বন্ মিশ্রিত থাকে; ইস্পাতে কার্ব্বনের পরিমাণ কাষ্ট আয়রণ্ অপেক্ষা অল্প।

ক্লে আয়রণ্ ষ্টোন্ নামক খনিজ যৌগিক হইতে কাষ্ট্ আয়রণ্ প্রস্তুত হইয়া থাকে। এই পদার্থ দগ্ধ করিলে কার্ব্বনিক্ এসিড্ উড়িয়া যায় এবং ফেরিক্ অক্সাইড্ অবশিষ্ট থাকে। দগ্ধাবশিষ্ট পদার্থকে পাতুরে কয়লা ও চা-খড়ির সহিত একত্রিত করিয়া ব্লাষ্ট্ ফার্নেস্ (Blast Furnace) নামক চুল্লীতে দগ্ধ করিবার নিমিত্ত স্থাপন করা হয় এবং উত্তপ্ত বায়ু তন্মধ্যে প্রবেশ করান হয়। প্রথমতঃ ফেরিক্ অক্সাইড্ ধাতব লৌহে পরিণত হয়; পরে দ্রবীভূত হইয়া পাতুরে কয়লা হইতে কিয়দংশ কার্ব্বন্ ও বালি হইতে সিলিকন্ গ্রহণ করিয়া কাষ্ট্ আয়রণে পরিবর্ত্তিত হয়।

রট্ আয়রণ্ কাষ্ট্ আয়রণ্ হইতে প্রস্তুত হইয়া থাকে। কাষ্ট্ আয়রণ্কে বায়ু মধ্যে অত্যধিক উত্তাপ সংযোগে পোড়াইলে উহার মধ্যস্থিত কার্ব্বন্ কার্ব্বন্ ডাই-অক্সাইড্রূপে উড়িয়া যায় এবং সিলিকন্ ধাতু অক্সিজেন্ সংযোগে সিলিকাতে পরিণত হয় ও কিয়ৎপরিমাণ অক্সাইড্ অফ্ আয়রণের সহিত মিলিত হইয়া পৃথক্ হইয়া পড়ে। এক্ষণে লৌহপিণ্ডকে হাতুড়ি দ্বারা পিটিয়া রট্ আয়রণের দণ্ড বা পাত প্রস্তুত করা হয়।

ইস্পাত রট্ আয়রণ্ হইতে প্রস্তুত হইয়া থাকে। রট্ আয়রণ্কে কয়লার সহিত একত্রিত করিয়া অধিকক্ষণ গলাইলে উক্ত লৌহ ইস্পাতে পরিণত হয়। অধুনা বেসিমারের (Bessemer) প্রণালীমতে ইস্পাত প্রস্তুত হইয়া থাকে। কাষ্ট্ আয়রণ্কে প্রথমতঃ ব্লাষ্ট্ ফার্নেসে দগ্ধ করিয়া উহা হইতে কার্ব্বন্ ও সিলিকন্ পৃথক্ করিয়া দেওয়া হয়; পরে উহার সহিত বিশুদ্ধ কাষ্ট্ আয়রণ্ এরূপ পরিমাণে মিশ্রিত করিতে হয়, যাহাতে শেষোক্ত পদার্থের মধ্যস্থিত কার্ব্বন্ ও সিলিকন্ সমস্ত লৌহের সহিত মিলিত হইয়া উহাকে ইস্পাতে পরিণত করে। দ্রবীভূত ইস্পাতকে পরে ছাঁচে ঢালিয়া লওয়া হয়। ইস্পাত অতিশয় কঠিন অথচ ভঙ্গ-প্রবণ, ভাঙ্গিলে অভ্যন্তর প্রদেশ দানাযুক্ত দেখায়। ইহা বিশুদ্ধ লৌহ অপেক্ষা অধিক ঘাতসহ এবং উত্তাপ সংযোগে সহজে দ্রবণীয়। ছুরি, কাঁচি, স্প্রীং ইত্যাদি ইস্পাত হইতে প্রস্তুত হয়।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম—লৌহ নির্জ্জল বায়ু সংস্পর্শে অবিকৃত অবস্থায় থাকে কিন্তু অনাবৃত স্থানে রাখিয়া দিলে আর্দ্র বায়ু সংস্পর্শে উহার উপর মড়িচা (Rust) ধরিয়া যায়। লৌহ দেখিতে ধূসরবর্ণ ও উজ্জ্বল।

লৌহকে উত্তাপ সংযোগে লোহিতবর্ণ করতঃ জলের মধ্যে নিমজ্জিত করিলে জল বিশ্লিষ্ট হইয়া হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ উৎপন্ন হয়। অধিক পরিমাণে হাইড্রোজেন্ প্রস্তুত করিতে হইলে লোহিতোত্তপ্ত লৌহের সহিত জল-বাষ্প একত্রিত করিতে হয়।

লৌহকে উত্তপ্ত করিলে উহা বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া উক্ত ধাতুর অক্সাইডে পরিণত হয়।

ধাতব লৌহ এবং কতিপয় লৌহ-যৌগিক চুম্বক-ধর্ম্মাক্রান্ত; ইহাদিগের মধ্যে ম্যাগ্‌নেটিক্ বা ব্ল্যাক্ অক্সাইড্ অফ্ আয়রণ্ সর্ব্বপ্রধান; ইহাকে সাধারণতঃ লোড্ ষ্টোন্ (Loadstone) বা চুম্বক কহে। ইহা লৌহের একটী প্রধান খনিজ যৌগিক। উত্তাপ সংযোগে লোহিতবর্ণ ধারণ করিলে এই ধর্ম্ম বিনষ্ট হয়। বিশুদ্ধ লৌহখণ্ড চুম্বক স্পর্শ করিলে চুম্বকত্ব প্রাপ্ত হয় কিন্তু উহাতে এই গুণ অধিকক্ষণ স্থায়ী হয় না। একখণ্ড ইস্পাত চুম্বক সংস্পর্শে স্থায়ী চুম্বকত্ব প্রাপ্ত হয় অর্থাৎ উহা একেবারেই চুম্বকে পরিণত হইয়া যায়। ইস্পাত খণ্ড চুম্বকে যত অধিকক্ষণ ঘর্ষণ করা যায়, ততই উহার চুম্বকত্ব গুণের বৃদ্ধি সাধিত হইয়া থাকে।

রট্ আয়রণ্ অত্যধিক উত্তাপ সংযুক্ত না হইলে গলে না কিন্তু অল্প উত্তাপেই নরম হইয়া পড়ে, তখন ইহাকে পিটিয়া ইচ্ছামত নানা দ্রব্য প্রস্তুত করা যায়।

দুইখণ্ড লৌহকে জুড়িতে হইলে উত্তাপ প্রয়োগে নরম করিয়া একের উপর অপরকে একত্রে রাখিয়া হাতুড়ির আঘাতে জোড়া যায়; ইংরাজীতে এই প্রক্রিয়াকে ওয়েল্ডিং (Welding) কহে।

লৌহ দুই প্রকার যৌগিক প্রস্তুত করে, যথা ফেরস্ ও ফেরিক্; সল্‌ফেট্ অফ্ আয়রণ্ বা হীরাকশ্ ফেরস্ যৌগিকের এবং ফেরিক্ ক্লোরাইড্ ফেরিক্ যৌগিকের দৃষ্টান্ত স্থল।

লৌহ বিশুদ্ধাবস্থায় ফেরম্ রিডাক্টম্ (Ferrum Redactum,—Reduced Iron) নামে ঔষধার্থে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। ফেরিক্ হাইড্রেট্‌কে হাইড্রোজেন্ গ্যাসের মধ্যে রাখিয়া সমধিক উত্তপ্ত করিলে এই পদার্থ প্রস্তুত হয়; ইহার সহিত

ম্যাগ্‌নেটিক্ অক্সাইড্ অফ্ আয়রণ্ কিয়ৎপরিমাণে মিশ্রিত থাকে। ইহা দেখিতে কৃষ্ণবর্ণ, অতি সূক্ষ্ম চূর্ণাকার, চুম্বকের দ্বারা আকৃষ্ট হয়। হাইড্রোক্লোরিক্ এসিডে স্ফুটন হইয়া দ্রব হয় এবং দ্রব হইবার সময়ে হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ নির্গত হইতে থাকে।

অক্সাইড্ অফ্ আয়রণ্ (Oxides of Iron)—লৌহ অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া ফেরস্ অক্সাইড্ (Ferrous Oxide, FeO) ও ফেরিক্ অক্সাইড্ (Ferric Oxide, Fe_2O_3) নামক দুই প্রকার অক্সাইড্ প্রস্তুত করে। ফেরস্ অক্সাইড্ বিশুদ্ধ অবস্থায় প্রাপ্ত হওয়া যায় না, কারণ ইহা অতি শীঘ্র বায়ুস্থিত অক্সিজেন্ গ্রহণ করিয়া ফেরিক্ অবস্থায় পরিণত হয়। ফেরস্ অক্সাইড্ ভিন্ন ভিন্ন দ্রাবকের সহিত মিলিত হইয়া যে সকল যৌগিক প্রস্তুত করে, তাহাদিগকে ফেরস্ যৌগিক কহে। সল্‌ফেট্ অফ্ আয়রণ্ পোড়াইলে পাটলবর্ণের ফেরিক্ অক্সাইড্ প্রস্তুত হয়। ফেরিক্ ক্লোরাইডের দ্রাবণে এমোনিয়া যোগ করিলে পাটলবর্ণের ফেরিক্ হাইড্রেট্ অধঃস্থ হয়; ইহা দ্রাবকের সহিত মিলিত হইয়া ফেরিক্ যৌগিক প্রস্তুত করে। ফেরিক্ হাইড্রেট্ পোড়াইয়া লইলে ফেরিক্ অক্সাইড্ উৎপন্ন হয়।

ম্যাগ্‌নেটিক্ অক্সাইড্ (Fe_3O_4) নামক লৌহের অপর একটী অক্সাইড্ সচরাচর খনিজ পদার্থরূপে প্রাপ্ত হওয়া যায়।

কার্ব্বনেট্ অফ্ আয়রণ্ (Carbonate of Iron $FeCO_3$)—সল্‌ফেট্ অফ্ আয়রণের দ্রাবণে কার্ব্বনেট্ অফ্ এমোনিয়া যোগ করিলে এই পদার্থ অধঃস্থ হয়। ফার্ম্মাকোপিয়াতে যে স্যাকারেটেড্ কার্ব্বনেট্ অফ্ আয়রণের (Saccharated Carbonate of Iron) উল্লেখ আছে, তাহা এই পদার্থ ও চিনি এতদুভয়ের মিশ্রণে উৎপন্ন। ইহা স্পাথিক্ আয়রণ্ ওর্ (Spathic Iron Ore) নামক খনিজ পদার্থরূপে যথেষ্ট পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়।

আইওডাইড্ অফ্ আয়রণ্ (Ferri Iodidum, FeI_2) —লৌহ ও আইওডিন্ একত্রে মিশ্রিত করিয়া এই পদার্থ প্রস্তুত হয়। ফার্ম্মাকোপিয়াতে যে সিরাপ্ ফেরি আইওডাইডের উল্লেখ আছে, এই পদার্থের সহিত জল ও চিনি মিশ্রিত করিয়া ফুটাইলে তাহা প্রস্তুত হয়।

সল্‌ফেট্ অব্ আয়রণ্ (Ferri Sulphas, $FeSO_4$, $7H_2O$, হীরাকশ্)—লৌহ-তার সল্‌ফিউরিক্ এসিডে দ্রব করিয়া দ্রাবণটী উত্তাপ সংযোগে ঘন করিলে এই পদার্থ দানার আকারে পৃথক হইয়া পড়ে। সল্‌ফাইড্ অফ্ আয়রণ্ জল-মিশ্রিত সল্‌ফিউরিক্ এসিডের সহিত মিশ্রিত হইলেও এই পদার্থ প্রস্তুত হয়।

এই পদার্থ অন্যতর আকারেও ফার্ম্মাকোপিয়াতে ব্যবহৃত হয়। সল্‌ফেট্ অফ্ আয়রণ্‌কে ১০০°C তাপ-মাত্রায় শুষ্ক করিয়া লইলে নির্জ্জল সল্‌ফেট অফ্ আয়রণ্ (Dried Sulphate of Iron) প্রস্তুত হয়। সল্‌ফেট্ অফ্ আয়রণের উগ্র দ্রাবণ শোধিত-সুরাতে ঢালিলে গ্র্যানিউলেটেড্ সল্‌ফেট্ অফ্ আয়রণ্ (Granulated Sulphate of Iron) প্রস্তুত হয়। এতদুভয় পদার্থই ঔষধরূপে ব্যবহৃত হয়। ইহা নানাবিধ কাল রং ও ইংরাজী "কালী" প্রস্তুত করিবার জন্য ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

সল্‌ফেট্ অফ্ আয়রণ্ দেখিতে সবুজবর্ণ, দানাযুক্ত, আস্বাদনে কষায়, জলে দ্রবণীয়, সুরা-সারে দ্রব হয় না; ইহার জল-মিশ্রিত দ্রাবণ অনাবৃত স্থানে রাখিয়া দিলে ঘোলা হইয়া যায় এবং পাটলবর্ণের পার্-অক্সাইড্ অধঃস্থ হয়। নির্জ্জল সল্‌ফেট্ অব আয়রণ্ দেখিতে শ্বেতবর্ণ। গ্র্যানিউলেটেড্ সল্‌ফেট্ অফ্ আয়রণ্ অতি ক্ষুদ্র ঈষৎ সবুজবর্ণের দানাযুক্ত।

১৪৮ পরীক্ষা।—ফেরস্ সল্‌ফেটের জল-মিশ্রিত দ্রাবণে ফেরো-সায়ানাইড্ অফ্ পোটাসিয়মের দ্রাবণ যোগ করিলে ঈষৎ নীলবর্ণ পদার্থ অধঃস্থ হয় কিন্তু ফেরি-সায়ানাইড্ অফ্ পোটাসিয়মের দ্রাবণ যোগ করিলে গাঢ় নীলবর্ণ পদার্থ অধঃস্থ হয়।

ফেরিক্ সল্‌ফেট্ (Ferric Sulphate, $Fe_2(SO_4)_3$)—ফেরিক্ ক্লোরাইডের দ্রাবণে কষ্টিক্ সোডা* বা এমোনিয়া যোগ করিলে পাটল-বর্ণের ফেরিক্ হাইড্রেট্ অধঃস্থ হয়। এই অধঃস্থ পদার্থকে সল্‌ফিউরিক্ এসিডে দ্রব করিলে ফেরিক্ সল্‌ফেট্ প্রস্তুত হয়।

ফস্‌ফেট্ অফ্ আয়রণ্ (Phosphate of Iron—Ferri Phosphas, $Fe_3[PO_4]_2$, $8H_2O$)—সল্‌ফেট্ অফ্ আয়রণ্, ফস্‌ফেট্ অফ্ সোডিয়ম্ ও বাই কার্ব্বনেট অফ্ সোডিয়ম্ এই তিনটী পদার্থের মিশ্রণে ফস্‌ফেট্ অফ্ আয়রণ্ প্রস্তুত হয়।

ইহা দেখিতে ঈষৎ কৃষ্ণবর্ণ, চূর্ণাকার, জলে অদ্রবণীয়, হাইড্রোক্লোরিক্ এসিডে দ্রব হয়।

ফার্ম্মাকোপিয়াতে যে সিরাপ্ অফ্ ফস্ফেট্ অফ্ আয়রণের উল্লেখ আছে, তাহা ফস্ফেট্ অফ্ আয়রণ্, চোলাই করা জল, চিনি ও উগ্র ফস্ফরিক্ এসিড্ একত্রে মিশ্রিত করিয়া প্রস্তুত হয়।

ফেরস্ ক্লোরাইড্ (Ferrous Chloride, $FeCl_2$)—লৌহ জল-মিশ্রিত হাইড্রোক্লোরিক এসিডে দ্রব করিয়া লইলে এই পদার্থ হরিদ্বর্ণ দানার আকারে পৃথক হয়।

ফেরিক্ ক্লোরাইড্ (Perchloride of Iron, Fe_2Cl_6)—লৌহ উত্তপ্ত করিয়া ক্লোরিণ গ্যাসের সহিত একত্রিত করিলে এই পদার্থ কৃষ্ণবর্ণ দানার আকারে উৎপন্ন হয়। ফার্ম্মাকোপিয়াতে যে পার্-ক্লোরাইড্ অফ্ আয়রণের উগ্র দ্রাবণের (Liquor Ferri Perchloride Fortior) উল্লেখ আছে, লৌহ-তার, হাইড্রোক্লোরিক এসিড্ ও নাইট্রিক এসিড্ একত্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগে শুষ্ক করতঃ জলে দ্রব করিয়া তাহা প্রস্তুত হয়।

এই দ্রাবণের বর্ণ কমলালেবুর ন্যায়, আস্বাদনে কষায়, জলে এবং সুরাসারে সহজেই দ্রবণীয়। ইহার সহিত জল-মিশ্রিত করিয়া লাইকার্ ফেরি পার্-ক্লোরাইড্ (Liquor Ferri Perchloride) এবং শোধিত-সুরা মিশ্রিত করিয়া টিংচার ফেরি পার্-ক্লোরাইড্ (Tincture Ferri Perchloride) নামক দুইটী ঔষধ প্রস্তুত হয়।

১৪৯ পরীক্ষা।—ফেরিক্ ক্লোরাইডের জল-মিশ্রিত দ্রাবণে ফেরো-সায়ানাইড্ অফ্ পোটাসিয়মের দ্রাবণ যোগ করিলে গাঢ় নীলবর্ণ পদার্থ (প্রসিয়ান ব্লু) অধঃস্থ হয়।

ফেরস্ সল্ফাইড্ (Ferrous Sulphide, FeS)—লৌহ ও গন্ধক একত্রে মিশ্রিত করিয়া দগ্ধ করিলে এই পদার্থ উৎপন্ন হয়। ইহা যে কোন দ্রাবকের সহিত মিশ্রিত হইলে সল্ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ উৎপাদন করে, এজন্য লেবরেটারিতে ইহা বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

লৌহ ও গন্ধক একত্রে মিলিত হইয়া ডাই-সলফাইড্ (Di-Sulphide) নামক অপর একটী যৌগিক প্রস্তুত করে; ইহা লৌহের একটী খনিজ যৌগিক,

প্রকৃতি মধ্যে যথেষ্ট পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়। ইহা সাধারণতঃ আয়রণ্ পাইরাইটিজ্ (Iron Pyrites) নামে অভিহিত।

এতদ্ব্যতীত আর্সিনিয়েট্ অফ্ আয়রণ (Arseniate of Iron) ডায়ালাইজ্‌ড্ আয়রণ্ (Dialysed Iron), সাইট্রেট্ অফ্ আয়রণ ও কুইনিন্ (Citrate of Iron and Quinine), টার্ট্রেট্ অফ্ আয়রণ্ (Tratrated Iron), নাইট্রেট্ অফ্ আয়রণ্ (Nitrate of Iron) প্রভৃতি লৌহের অপর কতিপয় যৌগিকও ঔষধার্থে ব্যবহৃত হয়; বাহুল্য ভয়ে সেগুলির বিশেষ বিবরণ এস্থলে উল্লেখ করা গেল না।

পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে যে লৌহের যৌগিকগুলি দুই শ্রেণীতে বিভক্ত, যথা :—

১। ফেরস্ (Ferrous)—

২। ফেরিক্ (Ferric)—

এক্ষণে যে সকল পরীক্ষা দ্বারা এই দুই প্রকার যৌগিকের স্বরূপ নিরূপিত হইয়া থাকে, তাহা নিম্নে বর্ণিত হইল।

লৌহের স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

ফেরস্ যৌগিকের পরীক্ষা।

ফেরস্ সল্‌ফেটের জল-মিশ্রিত দ্রাবণ পরীক্ষার জন্য গৃহীত হয়।

১। এমোনিয়া সংযোগে শ্বেতবর্ণ ফেরস্ হাইড্রেট্ অধঃস্থ হয়; ইহা বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া অতি শীঘ্রই প্রথমতঃ মলিন সবুজবর্ণ ও পরে পাটলবর্ণ ধারণ করতঃ ফেরিক্ হাইড্রেটে পরিণত হয়। ইহাতে এমোনিয়ম্ সল্‌ফাইড্ যোগ করিলে কৃষ্ণবর্ণ ফেরস্ সল্‌ফাইড্ অধঃস্থ হয়।

২। পোটাসিয়ম্ ফেরো-সায়ানাইড্ সংযোগে নীলাভ শ্বেতবর্ণ পদার্থ অধঃস্থ হয়; এই পদার্থ বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া শীঘ্রই গাঢ় নীলবর্ণ প্রসিয়ান্ ব্লু (Prussian Blue) নামক পদার্থে পরিণত হয়।

৩। পোটাসিয়ম্ ফেরি-সায়ানাইড্ সংযোগে নীলবর্ণ টর্ণ বুল্‌স্ ব্লু (Turnbull's Blue) নামক পদার্থ অধঃস্থ হয়।

৪। পোটাসিয়ম্ সলফো-সায়ানাইড্ সংযোগে ফেরস্ যৌগিকে বর্ণের কোন পরিবর্ত্তন দৃষ্ট হয় না।

ফেরিক্ যৌগিকের পরীক্ষা।

ফেরিক্ ক্লোরাইডের জল-মিশ্রিত দ্রাবণ পরীক্ষার জন্য গৃহীত হয়।

১। ফেরিক্ যৌগিকের দ্রাবণে এমোনিয়া যোগ করিলে পাটলবর্ণ ফেরিক্ হাইড্রেট্ অধঃস্থ হয়; ইহাও সল্‌ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ সংযোগে কৃষ্ণবর্ণ ধারণ করে।

২। ফেরিক্ যৌগিকের দ্রাবণে পোটাসিয়ম্ ফেরো সায়ানাইড্ যোগ করিলে একেবারে প্রসিয়ান্ ব্লু অধঃস্থ হয়।

৩। ফেরিক্ যৌগিকে পোটাসিয়ম্ ফেরি-সায়ানাইড্ যোগ করিলে কোন পদার্থ অধঃস্থ হয় না, কেবল দ্রাবণের বর্ণ ঈষৎ সবুজ হয় মাত্র।

৪। ফেরিক্ যৌগিকে পোটাসিয়ম্ সল্‌ফো-সায়ানাইড্ যোগ করিলে দ্রাবণ গাঢ় রক্তবর্ণ ধারণ করে।

ট্যানিক্ বা গ্যালিক্ এসিড্ সংযোগে ফেরস্ বা ফেরিক্ যৌগিকে নীলাভ কৃষ্ণবর্ণ ট্যানেট্ বা গ্যালেট্ অব্ আয়রণ্ অধঃস্থ হয়। এই প্রক্রিয়ানুসারে ইংরাজী "কালী" প্রস্তুত হইয়া থাকে।

—•—

কোবল্ট্ (Cobalt)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন Co, পারমাণবিক গুরুত্ব ৫৮·৯৭।

এই ধাতু প্রকৃতি-মণ্ডলে আর্সেনিক্ ও গন্ধকের সহিত মিলিত হইয়া টিন্ হোয়াইট্ কোবল্ট্ (Tin White Cobalt) এবং কোবল্ট্ গ্ল্যান্স্ (Cobalt Glance) নামক খনিজ যৌগিকরূপে আকর মধ্যে প্রাপ্ত হওয়া যায়।

কোবল্ট্ ধাতু দেখিতে লোহিতাভ শ্বেতবর্ণ, ঘাতসহ, লৌহের ন্যায় অদ্রবণীয় ও চুম্বক-ধর্ম্মাক্রান্ত। সল্‌ফিউরিক্ বা হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ সংযোগে দ্রব হইয়া হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ উৎপাদন করে।

কোবল্ট্ ধাতু অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া তিনটী অক্সাইড্ প্রস্তুত করে। কোবল্ট ক্লোরাইড্ ($CoCl_2$), কোবল্ট্ নাইট্রেট্ [$Co(NO_3)_2$] ও কোবল্ট্ সল্‌ফেট্ ($CoSO_4$) নামক এই ধাতুর লবণগুলি জলে দ্রবণীয়। এই সকল যৌগিক জলের সহিত মিশ্রিত থাকিলে গোলাপীবর্ণের দেখায়; কিন্তু উত্তাপ প্রয়োগ দ্বারা জলীয় অংশ দূর করিয়া দিলে ইহারা নীলবর্ণ ধারণ করে। কাগজের উপর এই সকল যৌগিকের দ্রাবণ দ্বারা কিছু লিখিলে উহা সহজে পড়িতে পারা যায় না, কিন্তু উক্ত কাগজে উত্তাপ প্রয়োগ করিলে লেখাগুলি নীলবর্ণে প্রকাশ পায়। এজন্য এই সকল যৌগিকের দ্রাবণ গোপনীয় বিষয় লিখিবার জন্য "অদৃশ্য কালী" (Invisible ink) রূপে ব্যবহৃত হইতে পারে।

এই ধাতুর যৌগিকগুলি রঙিন্, এজন্য সর্ব্বদা রঙের কার্য্যের জন্য ব্যবহৃত হয়। কোবল্ট্ অক্সাইড নীলবর্ণ কাচ প্রস্তুত করিবার নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়।

কোবল্ট্‌ ধাতুর স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

কোবল্ট্‌ নাইট্রেটের দ্রাবণ পরীক্ষার জন্য গৃহীত হয়।

১। এই ধাতুর যৌগিকে এমোনিয়ম্‌ ক্লোরাইড্‌ ও এমোনিয়া যোগ করিলে কোন পদার্থ অধঃস্থ হয় না; পরে উহাতে এমোনিয়ম্‌ সল্‌ফাইড্‌ যোগ করিলে কৃষ্ণবর্ণ কোবল্ট্‌ সল্‌ফাইড্‌ (CoS) অধঃস্থ হয়।

২। সোহাগার বর্ত্তুলের সহিত এই ধাতুর যৌগিক মিশ্রিত করিয়া উত্তপ্ত করিলে বর্ত্তুলটী নীলবর্ণ ধারণ করে।

নিকেল্‌ (Nickel)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন Ni, পারমাণবিক গুরুত্ব ৫৮·৬৮।

এই ধাতু প্রকৃতি-মণ্ডলে আর্সেনিক্‌, গন্ধক ও কোবল্টের সহিত মিলিতাবস্থায় প্রাপ্ত হওয়া যায়। ইহা দেখিতে শ্বেতবর্ণ, ঘাতসহ ও চুম্বকধর্ম্মাক্রান্ত। অত্যধিক তাপ সংযোগে ইহার চুম্বক ধর্ম্ম নষ্ট হয়।

এই ধাতু অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া দুইটী অক্সাইড্‌ প্রস্তুত করে। এই ধাতুর সল্‌ফেট্‌, ক্লোরাইড্‌ ও নাইট্রেট্‌ জলে দ্রবণীয়। প্রায় সকল নিকেল্‌ যৌগিকই দেখিতে হরিদ্বর্ণ; এই ধাতুর সল্‌ফাইড্‌ কৃষ্ণবর্ণ।

পিত্তল ও লৌহনির্ম্মিত দ্রব্যাদি এই ধাতুর পাতলা আবরণে মণ্ডিত হইয়া নানাবিধ কার্য্যের নিমিত্ত ব্যবহৃত হইয়া থাকে। এই সকল দ্রব্য নিকেল্‌মণ্ডিত (Nickel-plated) পদার্থ নামে পরিচিত। এইরূপে আবৃত হইলে ইহারা দ্রাবক সংযোগে নষ্ট হয় না অথবা ইহাদিগের উপর মড়িচা বা "কলঙ্ক" ধরে না।

তাম্র ও দস্তার সহিত মিলিত হইয়া এই ধাতু জর্ম্মন্‌ সিল্‌ভার্‌ (German Silver) নামক মিশ্রধাতু (Alloy) প্রস্তুত করে; জর্ম্মন্‌ সিল্‌ভার্‌ বাসন ও গৃহকার্য্যোপযোগী নানাবিধ সামগ্রী প্রস্তুত করিবার জন্য ব্যবহৃত হয়।

নিকেল্‌ ধাতুর স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

নিকেল্‌ সল্‌ফেটের দ্রাবণ পরীক্ষার জন্য গৃহীত হয়।

১। এই ধাতুর যৌগিকের সহিত এমোনিয়ম্‌ ক্লোরাইড্‌ ও এমোনিয়া যোগ করিলে কোন পদার্থ অধঃস্থ হয় না; পরে উহাতে এমোনিয়ম্‌ সল্‌ফাইড্‌ যোগ করিলে কৃষ্ণবর্ণ নিকেল্‌ সল্‌ফাইড্‌ (NiS) অধঃস্থ হয়।

২। সোহাগার বর্ত্তুলের সহিত এই ধাতুর যৌগিক মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে বর্ত্তুলটী লোহিতাভ হরিদ্রাবর্ণ ধারণ করে।

অষ্টম পরিচ্ছেদ।

ক্রোমিয়ম্ (Chromium)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন Cr, পারমাণবিক গুরুত্ব ৫২।

এই ধাতু প্রকৃতি-মণ্ডলে অতি অল্প পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়। ক্রোম্ আয়রণ্ ষ্টোন্ (Chrome Iron Stone) ইহার প্রধান খনিজ যৌগিক। লৌহ, ক্রোমিয়ম্ ও অক্সিজেন্ একত্রে মিলিত হইয়া এই যৌগিক উৎপন্ন হয়; ইহার সাঙ্কেতিক চিহ্ন $FeOCr_2O_3$।

ক্রোমিয়মের বর্ণ লৌহের ন্যায়; এই ধাতু কঠিন। ইহা বায়ুসংস্পর্শে অক্সিজেনের সহিত বিভিন্ন পরিমাণে মিলিত হইয়া চারি প্রকার ক্রোমিয়ম্ অক্সাইড্ প্রস্তুত করে। কতকগুলি বহুমূল্য প্রস্তরে ক্রোমিয়মের অক্সাইড মিশ্রিত থাকিয়া উহাদিগের ভিন্ন ভিন্ন বর্ণ উৎপাদন করিয়া থাকে।

ক্রোমিয়মের কতকগুলি যৌগিক হইতে সুন্দর রং প্রস্তুত হয়, এজন্য উহারা শিল্পকার্য্যে সর্ব্বদা ব্যবহৃত হয়; ইহাদিগের মধ্যে লেড্ ক্রোমেট্ (Lead Chromate) সর্ব্বপ্রধান। সীসের যৌগিকে পোটাসিয়ম্ ক্রোমেটের দ্রাবণ যোগ করিলে এই পদার্থ প্রস্তুত হয়; ইহা উজ্জ্বল হরিদ্রাবর্ণ।

ক্রোমিক্ অক্সাইড্ (Cr_2O_3) নামক যৌগিক পোর্সিলেনের উপর সবুজ রঙ করিবার নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়।

ক্রোমিক্ এসিড্ (Acidum Chromicum—Chromium Tri-oxide, CrO_3)—ক্রোমিয়মের যৌগিকের মধ্যে ক্রোমিক্ এসিড বাহ্যিক প্রয়োগের নিমিত্ত ঔষধরূপে ব্যবহৃত হয়। ইহা ক্ষতকারী পদার্থ (Caustic); ক্যান্সার্ প্রভৃতি ক্ষত রোগে ইহা লাগাইয়া ক্ষতস্থান পোড়াইয়া দেওয়া হয়। ইহা বেসের সহিত মিলিত হইয়া ক্রোমেট্ নামধেয় বিবিধ লবণ প্রস্তুত করে।

বাই-ক্রোমেট্ অফ্ পটাশের ঘন দ্রাবণে উগ্র সল্ফিউরিক্ এসিড্ অধিক পরিমাণে যোগ করিলে ক্রোমিক্ এসিড্ গাঢ় রক্তবর্ণ সূচিকার আকারে পৃথক্ হইয়া পড়ে। ইহা জলে অতি সহজেই দ্রবণীয়; জলে দ্রব হইলে ক্রোমিক্ এসিডের দ্রাবণ (Liquor Acidi Chromici) প্রস্তুত হয়।

পোটাসিয়ম্ ক্রোমেট্ ও পোটাসিয়ম্ বাই-ক্রোমেট্ নামক দুইটী লবণ ক্রোমিয়মের প্রধান যৌগিক। ক্রোমিয়মের যে কোন যৌগিকের সহিত পোটাসিয়ম্ কার্ব্বনেট্ মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ সংযোগে দ্রব করিলে হরিদ্রাবর্ণ ক্রোমেট্ অফ্ পটাশ্ (K_2CrO_4) প্রস্তুত হয়; ইহা জলে অতি সহজেই দ্রবণীয়; জল-মিশ্রিত দ্রাবণ পরিচায়ক (Re-agent) রূপে ধাতু পরীক্ষার নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়। ইহা সীসের যৌগিকের সহিত একত্রিত হইলে হরিদ্রাবর্ণ লেড্ ক্রোমেট্, রৌপ্যের যৌগিকের সহিত রক্তবর্ণ সিল্ভার্ ক্রোমেট্ এবং বেরিয়মের যৌগিকের সহিত ঈষৎ হরিদ্রাবর্ণ বেরিয়ম্ ক্রোমেট্ অধঃস্থ হয়।

পোটাসিয়ম্ ক্রোমেটের দ্রাবণে অধিক পরিমাণে সল্ফিউরিক্ এসিড্ যোগ করিয়া ঘন করিয়া লইলে বাই-ক্রোমেট্ অফ্ পটাশ্ ($K_2Cr_2O_7$) নামক পদার্থ রক্তবর্ণ বৃহদাকার দানারূপে পৃথক্ হইয়া পড়ে। এই পদার্থ বিবিধ প্রকার রঙ প্রস্তুত করিবার নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়। ইহা জলে দ্রবণীয়; একপ্রকার তড়িৎ-কোষাবলী প্রস্তুত করিবার নিমিত্ত এই পদার্থের দ্রাবণ ব্যবহৃত হয়। বাই-ক্রোমেটের দ্রাবণে কার্ব্বনেট্ অফ্ পটাশ্ যোগ করিলে ক্রোমেট্ অফ্ পটাশ্ প্রস্তুত হয় এবং দ্রাবণ হরিদ্রাবর্ণ ধারণ করে।

ক্রোমিয়ম্ ধাতুর স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

ক্রোমিয়ম্ ক্লোরাইডের দ্রাবণ পরীক্ষার জন্য গৃহীত হয়।

১। সোহাগার বর্ত্তুলের সহিত ক্রোমিয়মের যৌগিক মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে বর্ত্তুলটী সবুজবর্ণ ধারণ করে।

২। কষ্টিক্ পটাশ্ বা সোডা অথবা এমোনিয়া সংযোগে নীলাভ-হরিদ্বর্ণ ক্রোমিক্ হাইড্রেট্ অধঃস্থ হয়।

৩। ক্রোমিক্ যৌগিকের সহিত কার্ব্বনেট্ অফ্ পটাশ্ মিশ্রিত করতঃ একখণ্ড প্ল্যাটিনম্ পাতের উপর রাখিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে হরিদ্রাবর্ণ ক্রোমেট্ অফ্ পটাশ্ প্রস্তুত হয়। ইহার দ্রাবণে সীসের যৌগিক যোগ করিলে হরিদ্রাবর্ণের লেড্ ক্রোমেট্ অধঃস্থ হয়।

ম্যাঙ্গ্যানীজ্ (Manganese)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন Mn, পারমাণবিক গুরুত্ব ৫৪·৯৩।

এই ধাতু অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া ম্যাঙ্গ্যানীজ্ ডাই-অক্সাইড্ রূপে আকর মধ্যে অবস্থিতি করে। এই অক্সাইড্কে কয়লার সহিত মিশ্রিত করিয়া

অত্যধিক উত্তাপ সংযোগে দগ্ধ করিলে ধাতব ম্যাঙ্গ্যানীজ্ যৌগিক হইতে পৃথক্ হইয়া পড়ে।

ম্যাঙ্গ্যানীজ্ দেখিতে রক্তাভ-শ্বেতবর্ণ, অতিশয় কঠিন অথচ ভঙ্গ-প্রবণ, জলের সহিত একত্রিত হইলে পোটাসিয়ম্ ও সোডিয়ম্ ধাতুর ন্যায় সহজ তাপ-মাত্রাতেই জলকে বিশ্লেষণ করিয়া হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ উৎপাদন করে। বায়ু মধ্যে থাকিলে শীঘ্রই অক্সিজেনের সহিত মিলিত হয়, একারণ ইহাকে ন্যাপ্থার মধ্যে নিমজ্জিত করিয়া রাখা হয়। এই ধাতুতে সামান্য পরিমাণে চুম্বক-ধর্ম্ম দেখিতে পাওয়া যায়। ম্যাঙ্গ্যানীজ্ ধাতব অবস্থায় কোন শিল্পকার্য্যে ব্যবহৃত হয় না; লৌহের সহিত মিশ্রিত হইয়া যে একপ্রকার মিশ্রধাতু (Alloy) প্রস্তুত করে, তাহা ইস্পাত প্রস্তুতের নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়।

ম্যাঙ্গ্যানীজ্ অক্সিজেনের সহিত ভিন্ন ভিন্ন পরিমাণে মিলিত হইয়া ছয় প্রকার অক্সাইড্ উৎপাদন করে, তন্মধ্যে ম্যাঙ্গ্যানীজ্ ডাই-অক্সাইড্ সর্ব্বপ্রধান।

ম্যাঙ্গ্যানীজ্ ডাই-অক্সাইড্ (Manganese di-oxide, MnO_2)—ইহাই ম্যাঙ্গ্যানীজের প্রধান খনিজ যৌগিক; ইহা সচরাচর পাইরোলিউসাইট্ (Pyrolusite) নামে অভিহিত। ম্যাঙ্গ্যানস্ সল্ফেটের (Manganous Sulphate) দ্রাবণে ব্লীচিং পাউডার্ যোগ করিলে এই পদার্থ অধঃস্থ হয়। উত্তাপ প্রয়োগ করিলে ইহা হইতে অক্সিজেন্ নির্গত হয়; অক্সিজেন্ প্রস্তুত করিবার ইহা একটী উপায়। ইহা ক্লোরেট্ অফ্ পটাশের সহিত মিশ্রিত হইলে অপেক্ষাকৃত অল্প উত্তাপে ক্লোরেট্ হইতে অক্সিজেন্ পৃথক্ হয়, একারণ ম্যাঙ্গ্যানীজ্ ডাই-অক্সাইড্ অক্সিজেন্ প্রস্তুত করণে বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। এই পদার্থের সহিত উগ্র সল্ফিউরিক্ এসিড্ মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে অক্সিজেন্ গ্যাস্ নির্গত হয়।

ম্যাঙ্গ্যানীজ্ ডাই-অক্সাইড্ হাইড্রোক্লোরিক্ এসিডের সহিত মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে ক্লোরিণ্ গ্যাস্ উৎপন্ন হয়; ইহা ক্লোরিণ্ প্রস্তুত করিবার সময় উল্লেখ করা গিয়াছে।

বেগুনীবর্ণের কাচ প্রস্তুত করণে ম্যাঙ্গ্যানীজ্ ডাই-অক্সাইড্ ব্যবহৃত হয়।

পোটাসিয়ম্ পার্ম্যাঙ্গ্যানেট্ নামক লবণ ম্যাঙ্গ্যানীজ্ ডাই-অক্সাইড্ হইতে প্রস্তুত হয়; পোটাসিয়মের যৌগিক বর্ণনার সময় ইহার উল্লেখ করা গিয়াছে।

ম্যাঙ্গ্যানীজ্ ধাতুর স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

ম্যাঙ্গ্যানীজ্ সল্‌ফেটের দ্রাবণ পরীক্ষার জন্য গৃহীত হয়।

১। ম্যাঙ্গ্যানীজের যৌগিকের সহিত কার্ব্বনেট্ অফ্ সোডা ও নাইট্রেট্ অফ্ পটাশ্ মিশ্রিত করিয়া একখণ্ড প্ল্যাটিনম্ পাতের উপর স্থাপন করতঃ উত্তাপ প্রয়োগ করিলে উজ্জ্বল হরিদ্বর্ণ ম্যাঙ্গ্যানেট্ অফ্ সোডা (Na_2MnO_4) প্রস্তুত হয়; এই পদার্থ জলের সহিত মিশ্রিত হইলে অথবা কোন দ্রাবক সংযুক্ত হইলে পার্ম্যাঙ্গ্যানেট্ অফ্ সোডার গোলাপীবর্ণের দ্রাবণ প্রস্তুত করে।

২। সোহাগার বর্ত্তুলের সহিত ম্যাঙ্গ্যানীজের যৌগিক মিশ্রিত করিয়া শিখার অক্সিজেন্-প্রদায়ক অংশে উত্তপ্ত করিলে বর্ত্তুলটী বেগুণী আভাযুক্ত রক্তবর্ণ (Amethyst colour) ধারণ করে।

৩। এমোনিয়ম্ সল্‌ফাইড্ সংযোগে বাদামীবর্ণের ম্যাঙ্গ্যানীজ্ সল্‌ফাইড্ অধঃস্থ হয়।

৪। কষ্টিক্ পটাশ্ বা সোডা অথবা এমোনিয়া সংযোগে ঈষৎ শুভ্রবর্ণ ম্যাঙ্গ্যানীজ্ হাইড্রেট্ অধঃস্থ হয়; বায়ুসংস্পর্শে অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া এই অধঃস্থ পদার্থ শীঘ্রই বিবর্ণ হইয়া যায়।

নবম পরিচ্ছেদ।

—(:*:)—

টিন্ (Tin)—রঙ্গ বা রাঙ্।

সাঙ্কেতিক চিহ্ন Sn, পারমাণবিক গুরুত্ব ১১৮.৭।

টিন্ ধাতব অবস্থায় প্রকৃতি-মণ্ডলে প্রাপ্ত হওয়া যায় না। ইহা অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া টিন্ ষ্টোন্ (Tin stone, SnO_2) নামক খনিজ যৌগিকরূপে ইংলণ্ডের অন্তঃপাতী কর্ণোয়াল্ প্রদেশস্থ আকর মধ্যে প্রচুর পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়। অতি প্রাচীনকালে লৌহ আবিষ্কারের পূর্ব্বে রোম ও ফিনিসীয়া দেশবাসীগণ ব্রোঞ্জ্ নির্ম্মিত অস্ত্র ও অন্যান্য পদার্থ প্রস্তুত করিবার নিমিত্ত এই স্থান হইতে টিন্ সংগ্রহ করিত। অষ্ট্রেলিয়া, মেক্সিকো, মালাকা ও বোর্ণিও দ্বীপে টিন্ ষ্টোনের খনি আছে।

টিন্ ষ্টোন্ উত্তমরূপে চূর্ণ করিয়া জলে ধৌত করতঃ পাতুরে কয়লার গুঁড়া ও চূণের সহিত মিশ্রিত করিয়া পোড়াইলে ধাতব টিন্ যৌগিক হইতে পৃথক্ হইয়া আইসে; পরে দ্রবীভূত তরল ধাতুকে ছাঁচে ঢালিয়া লওয়া হয়।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম—টিন্ ধাতু রৌপ্যের ন্যায় শুভ্র ও উজ্জ্বল। ইহা কোমল, নমনীয় ও ঘাতসহ; নোয়াইলে এক প্রকার চিড়্ চিড়্ শব্দ উৎপন্ন হয়। আর্দ্র বা নির্জ্জল বায়ুসংস্পর্শে সহজ তাপ-মাত্রায় ইহার কোন পরিবর্ত্তন সাধিত হয় না, কিন্তু অত্যধিক উত্তাপ সংযোগে ইহা জ্বলিতে থাকে এবং বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া ষ্ট্যানিক্ অক্সাইড্ (Stannic Oxide) নামক যৌগিক প্রস্তুত করে। এই ধাতু হাইড্রোক্লোরিক্ এসিডে দ্রব হইয়া ষ্ট্যানাস্ ক্লোরাইড্ (Stannous Chloride, $SnCl_2$) নামক লবণ ও হাইড্রোজেন্ গ্যাস্ উৎপাদন করে। টিন্ উগ্র নাইট্রিক্ এসিডের সহিত একত্রিত হইলে সতেজে রাসায়নিক ক্রিয়া উপস্থিত হয় এবং শ্বেতবর্ণ মেটাষ্ট্যানিক্ এসিড্ নামক যৌগিক চূর্ণাকারে অধঃস্থ হয়। নাইট্রো-হাইড্রোক্লোরিক্ এসিডের সহিত এই ধাতু একত্রিত হইলে মিলিত হইয়া ষ্ট্যানিক্ ক্লোরাইড্ (Stannic Chloride, $SnCl_4$) নামক যৌগিক প্রস্তুত করে।

আমরা সচরাচর যাহাকে টিন্ বলিয়া থাকি, তাহা লৌহের পাতলা চাদর, উহার উপরে টিনের পাতলা আবরণ থাকে মাত্র। টিন্-আবৃত লৌহের চাদরে সহজে মড়িচা ধরে না।

তাম্র পাত্রে কলাই করিবার জন্য টিন্ যথেষ্ট পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। রন্ধনের জন্য তাম্র পাত্র ব্যবহৃত হইলে উহাকে "কলাই" করিয়া লওয়া উচিত।

টিন্ ধাতু অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া ষ্ট্যানাস্ (Stannous) ও ষ্ট্যানিক্ (Stannic) নামক দুই প্রকার অক্সাইড্ প্রস্তুত করে; এই দুই অক্সাইড্ দ্রাবকের সহিত মিলিত হইয়া যথাক্রমে ষ্ট্যানাস্ ও ষ্ট্যানিক্ যৌগিক প্রস্তুত করে।

ষ্ট্যানাস্ ক্লোরাইড্ ও ষ্ট্যানিক্ ক্লোরাইড্ এই উভয়বিধ যৌগিকই বস্ত্রে পাকা রঙ্ করিবার নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়।

ষ্ট্যানাস্ সল্‌ফাইড্ দেখিতে কৃষ্ণবর্ণ কিন্তু ষ্ট্যানিক্ সল্‌ফাইড্ উজ্জ্বল হরিদ্রাবর্ণ; ইহা মোজেক্ গোল্ড্ (Mossaic gold) নামে প্রসিদ্ধ।

টিন্ ধাতুর স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

ষ্ট্যানাস্ ও ষ্ট্যানিক্ ক্লোরাইডের দ্রাবণ পরীক্ষার জন্য ব্যবহৃত হয়।

১। সল্‌ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ সংযোগে ষ্ট্যানাস্ যৌগিকে কৃষ্ণবর্ণ ও ষ্ট্যানিক্ যৌগিকে হরিদ্রাবর্ণ সল্‌ফাইড্ অধঃস্থ হয়; এই উভয় পদার্থ ই এমোনিয়ম্ সল্‌ফাইডে দ্রবণীয়।

২। ষ্ট্যানাস্ ক্লোরাইডের সহিত পার্‌ক্লোরাইড্ অফ্ মার্কারির দ্রাবণ মিশ্রিত হইলে প্রথমতঃ শ্বেতবর্ণ ক্যালমেল্ (Calomel) এবং পরে উত্তাপ সংযোগে ধাতব পারদ অধঃস্থ হয়।

৩। ষ্ট্যানাস্ ক্লোরাইডের সহিত গোল্ড্ ক্লোরাইড্ মিশ্রিত হইলে বেগুণীবর্ণ পার্প্‌ল্ অফ্ কেশিয়স্ (Purple of Cassius) নামক পদার্থ উৎপন্ন হয়।

লেড্ (Lead)—সীস।

সাঙ্কেতিক চিহ্ন Pb, পারমাণবিক গুরুত্ব ২০৭'২।

সীস (সীসক বা সীসা ধাতু) খনিতে কদাচ ধাতব অবস্থায় প্রাপ্ত হওয়া যায়; ইহা সচরাচর সল্‌ফাইড্ (গ্যালিনা—Galena), কার্ব্বনেট্ (সেরুসাইট্—Cerusite) বা সল্‌ফেট্‌রূপে আকরে অবস্থিতি করে। গ্যালিনা হইতে নিম্নলিখিত উপায়ে বিশুদ্ধ সীস বাহির করিয়া লওয়া যায়। গ্যালিনার সহিত অল্প পরিমাণে চূণ মিশ্রিত করিয়া চুল্লীর মধ্যে রাখিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে উহার কিয়দংশ বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া লেড্ সল্‌ফেটে এবং অবশিষ্টাংশ লেড্

অক্সাইডে পরিণত হয়; পরে চুল্লী মধ্যে বায়ুপ্রবেশের পথ রুদ্ধ করিয়া অধিকতর উত্তাপ প্রয়োগ করিলে এতদুভয়ের মিলনে ধাতব সীস পৃথক্ হইয়া পড়ে। গ্যালিনার মধ্যে কিয়ৎপরিমাণ রৌপ্য অবস্থিতি করে; কৌশলক্রমে গ্যালিনা হইতে রৌপ্যের অংশ পৃথক্ করিয়া লওয়া হয়।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম—বিশুদ্ধ সীস ঈষৎ নীলবর্ণ ও কোমল অর্থাৎ নখর দ্বারা সহজেই উহার উপর আঁচড় কাটা যায়; সীস কাগজের উপর টানিলে পেন্সিলের দাগের ন্যায় কাল দাগ পড়ে। ৩২৬°C তাপ-মাত্রায় ইহা গলিয়া যায়। অস্ত্র দ্বারা কাটিলে ইহার অভ্যন্তর প্রদেশ অতি উজ্জ্বল দেখায়। বায়ু বা জল সংস্পর্শে সীসের উজ্জ্বলতা নষ্ট হয়; এরূপ হইবার কারণ এই যে বায়ুস্থিত অক্সিজেন্ গ্যাস্ সীসের সহিত মিলিত হইয়া লেড্ অক্সাইড্ প্রস্তুত করে এবং তাহাতেই ইহা বিবর্ণ হইয়া যায়।

জল অনেক সময়ে সীস-নির্ম্মিত নলের মধ্য দিয়া আনীত হইয়া পানার্থে ব্যবহৃত হয়। জলমধ্যস্থ বায়ুর অক্সিজেন্ নলের সহিত মিলিত হইলে লেড্ অক্সাইড্ উৎপন্ন হইয়া নলের গাত্রে পাতলা আবরণরূপে পতিত হয়। লেড্ অক্সাইড্ জলে অল্প পরিমাণে দ্রবণীয়, একারণ নলমধ্যস্থ লেড্ অক্সাইডের আবরণ জলে দ্রব হইলে নলের সীস পুনরায় অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া লেড্ অক্সাইড্ প্রস্তুত করে ও উহা পুনর্ব্বার জলে দ্রব হইয়া যায়। এইরূপে পানীয় জলে পুনঃ পুনঃ লেড্ অক্সাইড্ মিশ্রিত হইয়া উহাকে দূষিত ও বিষাক্ত করে এবং ঐ জল পান করিলে শরীরে সীসের বিষলক্ষণ মৃদুভাবে প্রকাশ পায়।

যদি কার্ব্বনিক্ এসিড্ অথবা কোন নাইট্রেট্ বা ক্লোরাইড্ পানীয় জলে মিশ্রিত থাকে, তাহা হইলে সীসের সহিত জলের পূর্ব্বোক্ত রাসায়নিক পরিবর্ত্তন অতি শীঘ্রই সংসাধিত হয়; এরূপ স্থলে জল শীঘ্রই বিষাক্ত হইয়া পড়ে। কিন্তু কোন সল্‌ফেট্ বা কার্ব্বনেট্ পানীয় জলে মিশ্রিত থাকিলে লেড্ সল্‌ফেট্ বা লেড্ কার্ব্বনেট্ প্রস্তুত হইয়া নলের গাত্রে জমিয়া যায় এবং এই দুই পদার্থ জলে অদ্রবণীয় বলিয়া আচ্ছাদনস্বরূপ হইয়া নলের সীসের সহিত জলের পূর্ব্বোক্ত রাসায়নিক ক্রিয়ার প্রতিবন্ধকতা সাধন করে, সুতরাং জল বিষাক্ত হয় না। অপরন্তু কার্ব্বনেট্ ও কার্ব্বনিক্ এসিড্ এই উভয়বিধ পদার্থ জলে

একত্রে মিশ্রিত থাকিলে লেড্ কার্ব্বনেটের আবরণ কার্ব্বনিক্ এসিড্ সাহায্যে জলে দ্রব হইয়া জলকে বিষাক্ত করে।

অক্সাইড্ অফ্ লেড্ (Oxide of Lead)—সীস ধাতু অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া লেড্ মনক্সাইড্ (Lead mon-oxide or litharge, PbO) লেড্ ডাই-অক্সাইড্ (Lead di-oxide or puce-coloured oxide, PbO_2) এবং লালবর্ণের রেড্ অক্সাইড্ (Red oxide or red lead, মেটিয়া সিন্দুর, Pb_3O_4) নামক তিনটী অক্সাইড্ প্রস্তত করে। লেড্ মনক্সাইডের বাঙ্গালা নাম মুদ্রাশঙ্খ; এই অক্সাইড্ ভিন্ন ভিন্ন দ্রাবকের সহিত মিলিত হইয়া যে সকল লবণ উৎপাদন করে, তাহারা বর্ণহীন, জলে দ্রবণীয় ও অতিশয় বিষাক্ত। ইহাকে বালুকার সহিত মিশ্রিত করিয়া দ্রব করিলে লেড্ সিলিকেট্ নামক যে যৌগিক উৎপন্ন হয়, তাহা কাচ প্রস্তত করিবার নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়। মেটিয়া সিন্দুর (Red lead) কাচ প্রস্তত করণ ও রঙের নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়।

নাইট্রেট্ অফ্ লেড্ (Nitrate of Lead, $Pb[NO_3]_2$)—সীস ধাতু বা উহার অক্সাইড্ অথবা কার্ব্বনেট্, নাইট্রিক্ এসিডের সহিত মিলিত হইলে এই পদার্থ প্রস্তত হয়; ইহা জলে সহজেই দ্রবণীয়।

আইওডাইড্ অফ্ লেড্ (Iodide of Lead, PbI_2)—লেড্ নাইট্রেটের দ্রাবণে পোটাসিয়ম্ আইওডাইডের দ্রাবণ যোগ করিলে হরিদ্রাবর্ণের এই পদার্থ অধঃস্থ হয়। ইহা উষ্ণ জলে দ্রবণীয়। ফার্ম্মাকোপিয়াতে যে ইহার মলম ও পলস্তারার (Plaster) উল্লেখ আছে, তাহারা বাহ্যিক প্রয়োগের নিমিত্ত ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

ক্রোমেট্ অফ্ লেড্ (Chromate of Lead, $PbCrO_4$) —নাইট্রেটের দ্রাবণে ক্রোমেট্ অফ্ পট্যাশের দ্রাবণ যোগ করিলে এই পদার্থ অধঃস্থ হয়। ইহা উজ্জ্বল হরিদ্রাবর্ণ, সাধারণতঃ ক্রোম্ ইওলো (Chrome yellow) নামে প্রসিদ্ধ। ইহা রঙের নিমিত্ত বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

সল্‌ফেট্ অফ্ লেড্ (Sulphate of Lead, $PbSO_4$)—লেড্ নাইট্রেটের দ্রাবণে সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ বা জলে দ্রবণীয় কোন সল্‌ফেট্ যোগ করিলে এই পদার্থ প্রস্তত হয়। ইহা শ্বেতবর্ণ ও জলে অদ্রবণীয়।

সল্ফাইড্ অফ্ লেড (Sulphide of Lead, PbS)—ইহাই সীসের প্রধান খনিজ যৌগিক; খনির মধ্যে লেডের যে সল্ফাইড্ অবস্থিতি করে, তাহা (Galena) গ্যালিনা নামে প্রসিদ্ধ। ইহা কৃষ্ণবর্ণ, দানাযুক্ত ও ধাতব-ঔজ্জ্বল্য-বিশিষ্ট। সীসের যৌগিকে সল্ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ যোগ করিলে কৃষ্ণবর্ণ লেড্ সল্ফাইড্ উৎপন্ন হয়।

এসিটেট্ অফ্ লেড্ (Acetate of Lead—Sugar of Lead, $Pb[C_2H_3O_2]_2$, $3H_2O$)—লেড্ মনক্সাইড্কে জল-মিশ্রিত এসিটিক্ এসিডে দ্রব করতঃ উত্তাপ সংযোগে শুষ্ক করিয়া লইলে এই লবণ দানা বাঁধিয়া পৃথক্ হয়।

ইহা শ্বেতবর্ণ, সূচিকাকারের দানাযুক্ত, আস্বাদনে ঈষৎ মিষ্ট ও কষায় এবং জলে দ্রবণীয়।

এসিটেট্ অফ্ লেড্ উদরাময়, কলেরা প্রভৃতি রোগে ধারক (Astringent) ঔষধরূপে সচরাচর অহিফেনের সহিত একত্রে ব্যবহৃত হয়। ফার্ম্মাকোপিয়াতে যে লেড্ ও অহিফেন-মিশ্রিত বটিকার (Lead and Opium pill) উল্লেখ আছে, তাহার এক একটী তিন গ্রেণ্ এসিটেট্ অফ লেড্, অর্দ্ধ গ্রেণ অহিফেন ও অর্দ্ধ গ্রেণ রোজ্ কন্ফেক্সন্ (Confection of Roses) এই ত্রিবিধ পদার্থের মিশ্রণে প্রস্তুত হয়।

ফার্ম্মাকোপিয়াতে সলিউসন্ অফ্ সব্-এসিটেট অব্ লেড (Solution of Sub-acetate of Lead) নামক যে দ্রাবণের উল্লেখ আছে, এসিটেট্ অফ্ লেড্, অক্সাইড্ অব্ লেড্ এবং চোলাই করা জল একত্রে মিশ্রিত করতঃ ফুটাইয়া ছাঁকিয়া লইলে তাহা প্রস্তুত হয়। এই দ্রাবণ দেখিতে স্বচ্ছ ও বর্ণহীন, ক্ষার-প্রতিক্রিয়া-সম্পন্ন, আস্বাদনে ঈষৎ মিষ্ট ও কষায়; অনাবৃত স্থানে রাখিলে শীঘ্র ঘোলা হইয়া যায়। এই দ্রাবণের অপর একটী নাম গোলার্ড এক্স্ট্রাক্ট্ (Goulard extract)। ইহার সহিত শোধিত-সুরা এবং চোলাই করা জল মিশ্রিত করিয়া সব-এসিটেট্ অফ্ লেডের জলমিশ্রিত দ্রাবণ (Liquor Plumbi Sub-acetatis dilutus) প্রস্তুত হয়, ইহারই অপর নাম গোলার্ড ওয়াটার্ (Goulard water or lotion); আহত স্থানে ইহাতে বস্ত্র খণ্ড সিক্ত করিয়া লাগাইলে বেদনা ও ফুলা কমিয়া যায়।

কার্ব্বনেট্ অফ্ লেড্ (Carbonate of Lead, $PbCO_3$)—নাইট্রেট্ অফ্ লেডের দ্রাবণে ক্ষার ধাতুর কার্ব্বনেট্ যোগ করিলে কার্ব্বনেট্ অফ্ লেড্, অক্সাইড্ অফ্ লেডের সহিত মিশ্রিত হইয়া অধঃস্থ হয়।

আমরা হোয়াইট্ লেড্, (White lead) নামক যে শ্বেতবর্ণ পদার্থ দরজা, জানালা প্রভৃতিতে রঙ দিবার জন্য ব্যবহার করিয়া থাকি, তাহা কার্ব্বনেট্ অফ লেড্ ও অক্সাইড্ অফ্ লেডের মিশ্রণে উৎপন্ন। বাংলায় ইহাকে "সফেদা" কহে। ইহা নিম্নলিখিত প্রণালীতে প্রচুর পরিমাণে প্রস্তুত হইয়া থাকে। বহুসংখ্যক সীসের চাদর (Lead sheet) কাষ্ঠের পিপার মধ্যে ভিনিগারের (Vinegar) সহিত একত্রে রাখিয়া পিপাগুলি অশ্ব-শালার আবর্জ্জনার উপর সাজাইয়া রাখা হয়। পরে পিপার মুখগুলি তক্তা দ্বারা ঢাকিয়া উহাদিগের উপরে আর এক সারি সীসের চাদর ও ভিনিগার্-পূর্ণ পিপা স্থাপিত হয়; এইরূপে উপর্য্যুপরি পিপা সাজাইয়া কয়েক মাস কাল রাখিয়া দিলে পিপার ভিতরে হোয়াইট্ লেড্ প্রস্তুত হইয়া থাকিতে দেখা যায়। সীস প্রথমে ভিনিগারের সহিত মিলিত হইয়া এসিটেট্ অফ্ লেড্ প্রস্তুত করে; পরে আবর্জ্জনা হইতে উদ্গত কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ উক্ত এসিটেট্ অফ্ লেডের সহিত সম্মিলিত হইয়া কার্ব্বনেট্ অফ্ লেড্ উৎপাদন করে (Dutch method)।

লেড্ সব্-এসিটেটের দ্রাবণে কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ প্রবেশ করাইলে হোয়াইট্ লেড্ প্রস্তুত হয়।

সীস ধাতুর স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

লেড্ নাইট্রেট্ বা এসিটেটের দ্রাবণ পরীক্ষার জন্য গৃহীত হয়।

১। যে কোন সীস যৌগিককে কার্ব্বনেট্ অফ্ সোডা বা সায়ানাইড্ অফ্ পোটাসিয়মের সহিত মিশ্রিত করিয়া একখণ্ড কয়লার উপর স্থাপন করতঃ বাঁকনল সাহায্যে উত্তপ্ত করিলে সীস ধাতু ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র বর্ত্তুলাকারে পৃথক্ হইয়া পড়ে এবং কয়লায় চতুর্দ্দিকে হরিদ্রাবর্ণ লেড্ অক্সাইডের চাপ (Incrustation) বাঁধিয়া যায়।

২। হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ বা জলে দ্রবণীয় কোন ক্লোরাইড্ সংযোগে শ্বেতবর্ণ লেড্ ক্লোরাইড্ অধঃস্থ হয়; ইহা এমোনিয়াতে অদ্রবণীয় কিন্তু অত্যুষ্ণ জলে দ্রব হইয়া যায়।

৩। সল্ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ সংযোগে কৃষ্ণবর্ণ লেড্ সল্ফাইড্ অধঃস্থ হয়, ইহা নাইট্রিক্ এসিডে দ্রবণীয়।

৪। সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ বা জলে দ্রবণীয় কোন সল্‌ফেট্ সংযোগে শ্বেতবর্ণ লেড্ সল্‌ফেট্ অধঃস্থ হয়।

৫। ক্রোমেট্ অফ্ পোটাসিয়ম্ সংযোগে হরিদ্রাবর্ণ লেড্ ক্রোমেট্ অধঃস্থ হয়।

৬। আইওডাইড্ অফ্ পোটাসিয়ম্ সংযোগে হরিদ্রাবর্ণ লেড্ আইওডাইড্ প্রস্তুত হয়। ইহা অত্যুষ্ণ জলে দ্রবণীয় কিন্তু দ্রাবণ শীতল হইলে লেড্ আইওডাইড্ সোণালি রঙের শল্কাকারে (Golden spangles) দ্রাবণ হইতে পৃথক্ হইয়া পড়ে।

দশম পরিচ্ছেদ।

——:*:——

এণ্টিমনি (Antimony)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন Sb, পারমাণবিক গুরুত্ব ১২০.২।

এণ্টিমনি ধাতব অবস্থায় প্রকৃতি-মণ্ডলে সামান্য পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায় মাত্র কিন্তু আকর মধ্যে ইহার সল্‌ফাইড্ (সুর্ম্মা, Sb_2S_3) প্রচুর পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়।

এণ্টিমনি সল্‌ফাইডের সহিত লৌহ-চূর্ণ বা কয়লা মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে এণ্টিমনি ধাতব অবস্থায় পৃথক্ হইয়া পড়ে।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম—এই ধাতু দেখিতে উজ্জ্বল নীলাভ শ্বেতবর্ণ, দানাযুক্ত ও ভঙ্গ-প্রবণ। অত্যধিক উত্তাপ সংযোগে ইহা জ্বলিতে থাকে এবং বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া শ্বেতবর্ণ এণ্টিমনি ট্রাই-অক্সাইড্ (Sb_2O_3) নামক যৌগিক প্রস্তুত করে। তাপ সংযোগে এই ধাতু প্রথমতঃ দ্রবীভূত হয় এবং পরে বাষ্পাকারে চোলাই হইয়া আইসে।

জল-মিশ্রিত হাইড্রোক্লোরিক্ বা সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ এই ধাতুর উপর কোন ক্রিয়া প্রদর্শন করে না। এণ্টিমনি নাইট্রিক্ এসিডের সহিত একত্রিত হইলে জলে অদ্রবণীয় এণ্টিমনি পেণ্টক্সাইড্ নামক যৌগিক প্রস্তুত হয়। এই ধাতু নাইট্রো-হাইড্রোক্লোরিক্ এসিডে সহজেই দ্রবণীয়।

এণ্টিমনি ধাতু ক্লোরিণ্ গ্যাসের সহিত একত্রিত হইলে জ্বলিয়া উঠে এবং ক্লোরিণের পরিমাণ অনুসারে এণ্টিমনি ট্রাই-ক্লোরাইড্ ($SbCl_3$) ও এণ্টিমনি পেণ্টাক্লোরাইড্ ($SbCl_5$) নামক দুইটী লবণ প্রস্তুত করে।

এণ্টিমনি অন্যান্য ধাতুর সহিত মিলিত হইয়া কতকগুলি মিশ্র-ধাতু (Alloy) প্রস্তুত করে; সীসের সহিত মিশ্রিত হইয়া যে মিশ্র-ধাতু প্রস্তুত হয়, তদ্দ্বারা ছাপিবার অক্ষর নির্ম্মিত হয়। ইংরাজীতে এই মিশ্র-ধাতুকে টাইপ্ মেটাল্

(Type metal) কহে; ইহাতে শতকরা ১৭ হইতে ২০ ভাগ পর্য্যন্ত এন্টিমনি ধাতু থাকে।

এন্টিমনি অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া এন্টিমনি ট্রাই-অক্সাইড্ (Sb_2O_3) ও এন্টিমনি পেন্টক্সাইড্ (Sb_2O_5) নামক দুইটী অক্সাইড্ প্রস্তুত করে। এন্টিমনি ট্রাই-অক্সাইড্ হইতে যে সকল লবণ প্রস্তুত হয়, তাহারা ঔষধার্থে ব্যবহৃত হয়। ফার্ম্মাকোপিয়াতে এন্টিমনি চূর্ণ (Pulvis Antimonialis) নামক যে ঔষধের উল্লেখ আছে, তাহা এন্টিমনি ট্রাই-অক্সাইড্ ও ফস্ফেট্ অফ্ লাইম্ একত্রে মিশ্রিত করিয়া প্রস্তুত হয়।

এন্টিমনি ট্রাই-ক্লোরাইডের সহিত জল-মিশ্রিত হইয়া ফার্ম্মাকোপিয়ার এন্টিমনি ক্লোরাইডের দ্রাবণ (Liquor Antimoni Chloridi) প্রস্তুত হয়; ইহা ক্ষতকারী পদার্থ, ক্যান্সার্ প্রভৃতি ক্ষতরোগে বাহ্যিক প্রয়োগের নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়। এন্টিমনি ট্রাই-ক্লোরাইডের দ্রাবণে অধিক পরিমাণে জল যোগ করিলে শ্বেতবর্ণ অক্সি-ক্লোরাইড্ অফ্ এন্টিমনি (Oxy-chloride of Antimony) নামক পদার্থ অধঃস্থ হয়; ইহা টার্টারিক্ এসিডে দ্রবণীয়।

টার্টার্ এমেটিক্ (Tartar emetic, $KSbO, C_4H_4O_6, H_2O$)—এন্টিমনি ট্রাই-অক্সাইড্ ও এসিড্ টার্ট্রেট্ অফ্ পটাশের দ্রাবণ একত্রিত করিয়া ফুটাইয়া ঘন করিলে এই যৌগিক দানার আকারে পৃথক্ হইয়া পড়ে। ইহা দেখিতে বর্ণহীন, স্বচ্ছ, দানাযুক্ত, আস্বাদনে ঈষৎ কষায়, জল ও জল-মিশ্রিত সুরায় সহজে দ্রবণীয়, নির্জ্জল সুরা-সারে দ্রবণীয় নহে। পোড়াইলে কৃষ্ণবর্ণ ধারণ করে এবং দগ্ধাবশিষ্ট পদার্থে কার্ব্বনেট্ অফ্ পটাশ্ থাকে বলিয়া উহা ক্ষার প্রতিক্রিয়া-সম্পন্ন হয়।

ইহা ঔষধার্থে সচরাচর ব্যবহৃত হয় কিন্তু অধিক মাত্রায় সেবন করিলে বিষ লক্ষণ প্রকাশ পায় এবং মৃত্যু পর্য্যন্ত ঘটিয়া থাকে। শেরি (Sherry) নামক মদ্যের সহিত ইহা মিশ্রিত হইয়া এন্টিমনি ওয়াইন্ (Vinum Antimonialis) নামক ঔষধ প্রস্তুত করে। তরুণ জ্বর ও প্রদাহ প্রভৃতি রোগে টার্টার্ এমেটিক্ ও এন্টিমনি ওয়াইন্ ব্যবহৃত হয়। এন্টিমনি গন্ধকের সহিত মিলিত হইয়া দুই প্রকার সল্‌ফাইড্ প্রস্তুত করে, তন্মধ্যে সুর্ম্মাই (Antimony tri-sulphide, Sb_2S_3) প্রধান; ইহা খনিতে প্রাপ্ত হওয়া যায়। এন্টিমনি

ট্রাই-সল্‌ফাইড্ কৃষ্ণবর্ণ উজ্জ্বল দানার আকারে অথবা কমলালেবু বর্ণের চূর্ণাকারে দেখিতে পাওয়া যায়।

আর্সেনিকের ন্যায় এণ্টিমনি ধাতুও হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া এণ্টিমনিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ (SbH_3) নামক বায়বীয় পদার্থ উৎপাদন করে। অগ্নি সংযোগে এই গ্যাস্ জ্বলিতে থাকে এবং একটী শীতল পোর্সিলেন্-নির্ম্মিত পাত্র উক্ত শিখার উপর ধারণ করিলে উহাতে ধাতব এণ্টিমনির কৃষ্ণবর্ণ দাগ পতিত হয়। এই দাগ সোডিয়ম্ হাইপোক্লোরাইটের দ্রাবণ সংযোগে লুপ্ত হয় না। আর্সেনিক্ যৌগিক হইতে এইরূপে যে দাগ পোর্সিলেনের উপর পতিত হয়, তাহা পূর্ব্বোক্ত দ্রাবণ সংযোগে লুপ্ত হইয়া যায়। এণ্টিমনির এই পরীক্ষাকে মার্সের প্রণালীমতে পরীক্ষা কহে।

এণ্টিমনি ধাতুর স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

এণ্টিমনি ক্লোরাইডের দ্রাবণ পরীক্ষার জন্য গৃহীত হয়।

১। এই ধাতুর যৌগিকে সল্‌ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ যোগ করিলে কমলালেবু বর্ণের এণ্টিমনি সল্‌ফাইড্ অধঃস্থ হয়; এই অধঃস্থ পদার্থ এমোনিয়ম্ সল্‌ফাইডের দ্রাবণে দ্রবণীয়।

২। এণ্টিমনি ক্লোরাইডের দ্রাবণে অধিক পরিমাণে জলমিশ্রিত করিলে শ্বেতবর্ণ অক্সি-ক্লোরাইড্ অফ্ এণ্টিমনি অধঃস্থ হয়; এই অধঃস্থ পদার্থ টার্টারিক্ এসিডে দ্রবণীয় (বিস্‌মথের সহিত প্রভেদ);

৩। রায়েঞ্জের ও মার্সের প্রণালী অনুসারে আর্সেনিকের ন্যায় এণ্টিমনিরও পরীক্ষা হইয়া থাকে (২৮৮ পৃষ্ঠা দেখ)।

বিস্‌মথ্ (Bismuth)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন Bi, পারমাণবিক গুরুত্ব ২০৯।

এই ধাতু প্রকৃতি-মণ্ডলে ধাতব অবস্থায় অতি সামান্য পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়; ইহার সল্‌ফাইড্ (Bi_2S_3) এই ধাতুর একটী প্রধান খনিজ যৌগিক। এণ্টিমনির ন্যায় বিস্‌মথ্ ধাতুকেও সহজেই খনিজ বিস্‌মথ্ সল্‌ফাইড্ হইতে পৃথক্ করিতে পারা যায়।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—বিস্‌মথ্ ধাতু দেখিতে ঈষৎ রক্তাভ শ্বেতবর্ণ ও দানাবিশিষ্ট। ইহা ২৬৪^{0}C তাপ-মাত্রায় দ্রবীভূত হয় এবং অধিকতর তাপ-সংযোগে বাষ্পাকার ধারণ করে। সহজ তাপ-মাত্রায় বায়ু সংস্পর্শে এই ধাতুর

কোন পরিবর্ত্তন সাধিত হয় না কিন্তু সমধিক উত্তপ্ত হইলে ইহা নীলবর্ণ শিখা ধারণ করিয়া জ্বলিতে থাকে এবং অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া বিস্‌মথ্ ট্রাই-অক্সাইড্ প্রস্তুত করে। বিস্‌মথ্ ধাতুর চূর্ণ ক্লোরিণ্ গ্যাসের মধ্যে নিক্ষিপ্ত হইলে জ্বলিয়া উঠে এবং উভয়ে মিলিত হইয়া বিস্‌মথ্ ক্লোরাইড্ ($BiCl_3$) নামক লবণ প্রস্তুত করে। বিস্‌মথ্ সহজেই নাইট্রিক্ এসিডের সহিত মিলিত হইয়া বিস্‌মথ্ নাইট্রেট্ [$Bi(NO_3)_3, 5H_2O$] নামক লবণ প্রস্তুত করে।

বিস্‌মথ্ অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া বিস্‌মথ্ ট্রাই-অক্সাইড্ (Bi_2O_3) ও বিস্‌মথ্ পেণ্টক্সাইড্ (Bi_2O_5) নামক দুইটী অক্সাইড্ প্রস্তুত করে। বিস্‌মথ্ ট্রাই-অক্সাইড্ দেখিতে হরিদ্রাবর্ণ ও জলে অদ্রবণীয়; ইহা ঔষধার্থে ব্যবহৃত হয়।

বিস্‌মথ্ ক্লোরাইডের দ্রাবণে অধিক পরিমাণে জল যোগ করিলে শ্বেতবর্ণ অক্সিজেন্-মিশ্রিত ক্লোরাইড্ (অক্সি-ক্লোরাইড্—Oxy-chloride of Bismuth, $BiOCl$) অধঃস্থ হয়; এই অধঃস্থ পদার্থ টার্টারিক্ এসিডে অদ্রবণীয়। বিস্‌মথ্ নাইট্রেটের দ্রাবণে জল যোগ করিলে ঐরূপ শ্বেতবর্ণ সব্-নাইট্রেট্ অব্ বিস্‌মথ্ (Sub-Nitrate of Bismuth, $BiONO_3 H_2O$) অধঃস্থ হয়; ইহা ঔষধার্থে বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

বিস্‌মথ্ ধাতুর যৌগিকে সল্‌ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ যোগ করিলে কৃষ্ণবর্ণ বিস্‌মথ্ সল্‌ফাইড্ (Bi_2S_3) উৎপন্ন হয়। বিস্‌মথের এই যৌগিক আকর মধ্যে প্রাপ্ত হওয়া যায়।

বিস্‌মথ্ ধাতুর স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

বিস্‌মথ্ ক্লোরাইডের দ্রাবণ পরীক্ষার নিমিত্ত গৃহীত হয়।

১। সল্‌ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ সংযোগে কৃষ্ণবর্ণ বিস্‌মথ্ সল্‌ফাইড্ উৎপন্ন হয়।

২। বিস্‌মথ্ ক্লোরাইডের দ্রাবণে জল যোগ করিলে শ্বেতবর্ণ অক্সি-ক্লোরাইড্ নামক পদার্থ অধঃস্থ হয়; ইহা টার্টারিক্ এসিডে অদ্রবণীয় (এণ্টিমনির সহিত প্রভেদ)।

৩। বিস্‌মথের যৌগিকের সহিত কয়লার গুঁড়া মিশ্রিত করিয়া বাঁকনল সাহায্যে উত্তাপ প্রয়োগ করিলে বিস্‌মথ্ ধাতব অবস্থায় বর্ত্তুলাকারে পৃথক্ হইয়া পড়ে।

৪। মার্শের প্রণালী মতে পরীক্ষায় বিস্‌মথের যৌগিকের দ্বারা তাম্র পাত্রের উপর কৃষ্ণবর্ণ আবরণ পতিত হয়, কিন্তু উত্তাপ সংযোগে উহা দূরীভূত হয় না এবং আর্সেনিক্ প্রভৃতির ন্যায় টেষ্ট্‌টিউবের গাত্রে রেখা পাত করে না (২৮৮ পৃষ্ঠা দেখ)।

একাদশ পরিচ্ছেদ।

—•—

গোল্ড (Gold)—স্বর্ণ।

সাঙ্কেতিক চিহ্ন Au, পারমাণবিক গুরুত্ব ১৯৭·২।

স্বর্ণ প্রকৃতি-মণ্ডলে সর্ব্বদা ধাতব অবস্থাতেই প্রাপ্ত হওয়া যায়। ইহা পার্ব্বতীয় ভূমি বিশেষে স্তররূপে এবং আফ্রিকা, চীন, ভারতবর্ষ প্রভৃতি দেশের কতিপয় নদীতে বালুকার সহিত মিশ্রিত হইয়া রেণুরূপে অবস্থিতি করে। কালিফর্ণিয়া, অষ্ট্রেলিয়া, মহীসুর প্রভৃতি স্থানেও স্বর্ণের খনি আছে। স্বর্ণ-মিশ্রিত বালুকা জলে উত্তমরূপে ধৌত করিলে স্বর্ণ-রেণু সমূহ গুরু ভার হেতু পাত্রের তলদেশে স্থিত হয় ও বালুকা প্রভৃতি অন্যান্য পদার্থ জলের সহিত ধৌত হইয়া যায়; এইরূপে নদীগর্ভস্থ বালুকা রাশি হইতে স্বর্ণকে পৃথক্ করা হয়।

পার্ব্বতীয় মৃত্তিকা হইতে স্বর্ণকে পৃথক্ করিতে হইলে উক্ত মৃত্তিকাকে উত্তমরূপে চূর্ণ করতঃ পারদের সহিত মিশ্রিত করিয়া আলোড়ন করিতে হয়; এইরূপে স্বর্ণ পারদের সহিত মিলিত হইয়া একটী এমাল্‌গ্যাম্ প্রস্তুত করে; পরে উত্তাপ সংযোগে ইহা হইতে স্বর্ণকে পৃথক্ করিয়া লওয়া হয়।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—স্বর্ণ একটী শ্রেষ্ঠ ধাতু, দেখিতে উজ্জ্বল হরিদ্রাবর্ণ ও প্রায় সীসের ন্যায় কোমল। অপর সকল ধাতু অপেক্ষা ইহা অধিক ঘাতসহ। ইহাকে পিটিয়া অনায়াসে সূক্ষ্ম তার বা অতিশয় পাতলা পাত প্রস্তুত করা যাইতে পারে; এরূপ পাতলা পাতের মধ্য দিয়া যে আলোক নির্গত হয়, তাহা দেখিতে হরিদ্বর্ণ। ইহা নির্জ্জল বা আর্দ্র বায়ুসংস্পর্শে অথবা তাপ-মাত্রার ন্যূনাধিক্যে পরিবর্ত্তিত বা মলিন হয় না এবং রৌপ্যের ন্যায় সল্‌ফিউ-রেটেড্ হাইড্রোজেন্ সংস্পর্শে বিবর্ণ হইয়া যায় না। এই ধাতু হাইড্রোক্লোরিক্, নাইট্রিক্, সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ প্রভৃতি কোন দ্রাবকেই দ্রবণীয় নহে কিন্তু ইহা সিলিনিক্ (Selenic) এবং নাইট্রো-হাইড্রোক্লোরিক্ এসিডে সহজেই দ্রব হইয়া

যায়। নাইট্রো-হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্‌যুক্ত স্বর্ণের দ্রাবণে ফেরস্ সল্‌ফেট্ (হীরাকশ্) যোগ করিলে ধাতব স্বর্ণ ঈষৎ বেগুণীবর্ণের চূর্ণাকারে অধঃস্থ হয়। এই প্রণালী দ্বারা স্বর্ণ বিশুদ্ধাবস্থায় প্রাপ্ত হওয়া যায়। স্বর্ণ ১১০০°C তাপ-মাত্রায় দ্রব হয়। স্বর্ণকে সোহাগার সহিত মিশ্রিত করিয়া গলাইয়া বিশুদ্ধ করা হয়।

গিনি (Sovereign) প্রভৃতি ইংলণ্ডীয় স্বর্ণমুদ্রায় শতকরা ৮·৩৩ ভাগ তাম্র মিশ্রিত থাকে। এইরূপ মিশ্রণে যে মিশ্র-ধাতু প্রস্তুত হয়, তাহা বিশুদ্ধ স্বর্ণ অপেক্ষা অধিকতর কঠিন ও অপেক্ষাকৃত অল্প তাপ-মাত্রায় দ্রবণীয়।

স্বর্ণ আক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া গোল্ড্ সব্-অক্সাইড্ (Au_2O) ও গোল্ড্ ট্রাই-অক্সাইড্ (Au_2O_3) নামক দুইটী যৌগিক প্রস্তুত করে। এই শেষোক্ত পদার্থ বেসের সহিত মিলিত হইলে অরেট্ (Aurate) নামক যৌগিক প্রস্তুত হয়। অধিক পরিমাণ এমোনিয়ার সহিত মিশ্রিত হইলে গোল্ড্ ট্রাই-অক্সাইড্ হইতে ফল্‌মিনেটিং গোল্ড্ (Fulminating Gold) নামক একটী স্ফোটন-শীল পদার্থ উৎপন্ন হয়।

স্বর্ণের যৌগিকের মধ্যে গোল্ড্ ট্রাই-ক্লোরাইড্ (Gold tri-chloride, $AnCl_3$) সর্ব্ব প্রধান। স্বর্ণকে নাইট্রো-হাইড্রোক্লোরিক্ এসিডে দ্রবীভূত করিয়া এই যৌগিক প্রস্তুত হয়। উদ্ভিজ্জ উপক্ষার (Vegetable alkaloids) পরীক্ষার নিমিত্ত ইহা পরিচায়করূপে ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

ইংরাজী মতে স্বর্ণ কদাচ ঔষধার্থে ব্যবহৃত হয় কিন্তু কবিরাজেরা এই ধাতু অনেক সময়ে ঔষধরূপে ব্যবহার করিয়া থাকেন।

স্বর্ণের স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

গোল্ড্ ক্লোরাইডের দ্রাবণ পরীক্ষার জন্য গৃহীত হয়।

১। স্বর্ণের যৌগিকে ফেরস্ সল্‌ফেট্ যোগ করিলে ধাতব স্বর্ণ অধঃস্থ হয়। এই অধঃস্থ পদার্থে বাঁকনল সাহায্যে উত্তাপ প্রয়োগ করিলে স্বর্ণের ক্ষুদ্র বর্ত্তুল প্রস্তুত হইয়া থাকে।

২। গোল্ড্ ট্রাই-ক্লোরাইডের দ্রাবণে ষ্টানাস্ ক্লোরাইড্ যোগ করিলে বেগুণীবর্ণের পার্পল্ অফ্ কেশিয়স্ (Purple of Cassius) নামক পদার্থ অধঃস্থ হয়।

প্ল্যাটিনম্ (Platinum)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন Pt, পারমাণবিক গুরুত্ব ১৯৫'২।

প্ল্যাটিনম্ অপেক্ষাকৃত দুষ্প্রাপ্য ধাতু; ইহা আকর মধ্যে ধাতব অবস্থায় সর্ব্বদা প্রাপ্ত হওয়া যায়। সচবাচর ইহা প্যালেডিয়ম্ প্রভৃতি কতিপয় ধাতুর সহিত মিশ্রিত হইয়া মিশ্র-ধাতুরূপে আকরে অবস্থিতি করে। ইহার খনিজ যৌগিক নাইট্রো-হাইড্রোক্লোরিক্ এসিডে দ্রব করতঃ উক্ত দ্রাবণে এমোনিয়ম্ ক্লোরাইড্ যোগ করিলে হরিদ্রাবর্ণ দানা-বিশিষ্ট ডবল্ ক্লোরাইড্ অফ্ এমোনিয়ম্ ও প্ল্যাটিনম্ অধঃস্থ হয়। এই অধঃস্থ পদার্থকে পোড়াইলে প্ল্যাটিনম্ ধাতু চূর্ণাকারে দগ্ধাবশিষ্ট রহে; ইহাকে পিটিয়া পাতের আকারে পরিণত করা যায়। অধুনা ডেভিলের (Deville) প্রণালী মতে অত্যধিক উত্তাপ সংযোগে প্ল্যাটিনমের খনিজ যৌগিককে দ্রব করিয়া ধাতব প্ল্যাটিনম্ প্রস্তুত করা হইতেছে; ইহার মধ্যে অপর দুই একটী ধাতু কিয়ৎপরিমাণে খাদরূপে মিশ্রিত থাকিলেও সাধারণ ব্যবহারের পক্ষে ইহা বিশেষ উপযোগী।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—প্ল্যাটিনম্ দেখিতে উজ্জ্বল শ্বেতবর্ণ এবং বায়ু সংস্পর্শে পরিবর্ত্তিত বা বিবর্ণ হয় না। উত্তাপ সংযোগে ইহা সহজে দ্রবণীয় নহে; অক্সিজেন্ ও হাইড্রোজেন্ মিশ্রিত করিয়া জ্বালাইলে যে অত্যধিক তাপযুক্ত শিখা উৎপন্ন হয়, এই ধাতু তাহাতেই দ্রবীভূত হয়। নাইট্রো-হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ ব্যতীত অপর কোন দ্রাবকে ইহা দ্রব হয় না; এই দ্রাবকে দ্রব হইয়া প্ল্যাটিনম্ টেট্রা-ক্লোরাইড্ (Platinum Tetra-chloride, $PtCl_4$) নামক একটী প্রয়োজনীয় লবণ প্রস্তুত হয়: এই লবণের দ্রাবণ পোটাসিয়ম্, এমোনিয়ম্ প্রভৃতি ধাতু এবং উদ্ভিজ্জ-উপক্ষার সমূহের পরীক্ষার নিমিত্ত পরিচায়করূপে সর্ব্বদা ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

কষ্টিক্ পটাশ্ বা সোডা সংযোগে অধিক তাপ-মাত্রায় প্ল্যাটিনম্ ধাতু ক্ষয় প্রাপ্ত হয়, এজন্য প্ল্যাটিনম্ নির্ম্মিত পাত্রে কষ্টিক্ পটাশ্ বা সোডার দ্রাবণ রাখিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করা অবিধেয়। প্ল্যাটিনম্ ধাতু নির্ম্মিত পাত্র লেবরেটারিতে পরীক্ষাকার্যে সর্ব্বদা ব্যবহৃত হয়।

প্ল্যাটিনম্ ধাতুর স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

প্ল্যাটিনম্ ক্লোরাইডের দ্রাবণ পরীক্ষার জন্য গৃহীত হয়।

১।* এই ধাতুর যৌগিক সল্‌ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেনের সহিত একত্রিত হইলে কৃষ্ণবর্ণ প্ল্যাটিনম্ সল্‌ফাইড্ প্রস্তুত করে।

২। প্ল্যাটিনম্ টেট্রা-ক্লোরাইডের দ্রাবণে পোটাসিয়ম্ ক্লোরাইড্ বা এমোনিয়ম্ ক্লোরাইডের ঘন দ্রাবণ যোগ করিলে হরিদ্রাবর্ণ দানা-বিশিষ্ট পদার্থ অধঃস্থ হয়।

দ্বাদশ পরিচ্ছেদ।

—):•:(—

পীরিয়ডিক্ শ্রেণীবিভাগ (Periodic Classification).

আমরা ইতিপূর্ব্বে দেখিয়াছি যে সম-শ্রেণীভুক্ত মূল-পদার্থ দিগের পরস্পরের মধ্যে একটী ধর্ম্মগত সাদৃশ্য পরিলক্ষিত হয়। পুনশ্চ যে কোন সমশ্রেণীভুক্ত মূল-পদার্থগুলিকে তাহাদিগের পারমাণবিক গুরুত্বের সংখ্যানুসারে পর পর সজ্জিত করিলে দেখিতে পাই যে তাহাদিগের মধ্যে একটী বিশেষ সম্বন্ধ রহিয়াছে। যথা :—

১ম তালিকা।

হালোজেন্ শ্রেণী	ক্ষার ধাতু	ক্ষার-মৃত্তিকা ধাতু	লৌহ শ্রেণী
F = ১৯	Na = ২৩	Mg = ২৪	Cr = ৫২
Cl = ৩৫·৬	K = ৩৯·১	Ca = ৪০·০৭	Mn = ৫৪·৯২
Br = ৭৯·৯২	Rb = ৮৫·৫	Sr = ৮৭·৬৩	Fe = ৫৫ ৮৫
I = ১২৬·৯২	Cs = ১৩২·৮১	Ba = ১৩৭·৩৭	Co = ৫৮·৯৭
...	...	...	Ni = ৫৯·৬৮

এস্থলে দেখা যায় যে প্রথম দুই শ্রেণীভুক্ত মূল-পদার্থ গুলির পরস্পরের মধ্যে (যেমন F এবং Na, Cl এবং K ইত্যাদি) পারমাণবিক গুরুত্বের প্রভেদ মোটামুটী ৪·৭ সংখ্যা দ্বারা নির্দ্দিষ্ট হয় এবং ক্ষার ধাতু ও ক্ষার-মৃত্তিকা ধাতুগুলির পারমাণবিক গুরুত্বের প্রভেদ মোটামুটী ২·২৫ সংখ্যা দ্বারা নির্দ্দিষ্ট হইয়া থাকে। লৌহ শ্রেণীভুক্ত ৫টী ধাতুর পরস্পরের মধ্যে পারমাণবিক গুরুত্বের প্রভেদ সামান্য মাত্র। ইহাও দেখা যাইতেছে যে সমশ্রেণীভুক্ত মূল-পদার্থ গুলির পারমাণবিক গুরুত্বের প্রভেদ যত অধিক হয়, উহাদিগের রাসায়নিক ও ভৌতিক ধর্ম্ম (Chemical and physical properties) সম্বন্ধে ততই অধিক বৈলক্ষণ্য দৃষ্ট হয়।

১৮৬৩ খৃষ্টাব্দে নিউল্যাণ্ড্‌স্ (Newlands) আবিষ্কার করেন যে যদি মূল-পদার্থ সমূহকে (সেই সময়ে যে মূল-পদার্থগুলি জানা ছিল) তাহাদিগের পারমাণবিক গুরুত্ব-সংখ্যা অনুসারে পর পর সজ্জিত করা যায়, তাহা হইলে দেখা যায় যে একটী নির্দ্দিষ্ট সংখ্যার পর সমসংখ্যক মূল-পদার্থ দিগের মধ্যে একটী ধর্ম্মগত সাদৃশ্য স্পষ্টভাবে লক্ষিত হয়। দ্বিতীয় তালিকাটী লক্ষ্য করিলে ইহার তাৎপর্য্য বোধগম্য হইবে। এই তালিকায় হাইড্রোজেন্‌কে বাদ দিয়া কতকগুলি মূল-পদার্থকে তাহাদিগের পারমাণবিক সংখ্যানুসারে পর পর স্থাপন করা হইয়াছে।

২য় তালিকা।

১ম শ্রেণী	২য় শ্রেণী
Li = ৭	Na = ২৩
Gl = ৯	Mg = ২৪
B = ১১	Al = ২৭
C = ১২	Si = ২৮·৪
N = ১৪	P = ৩১
O = ১৬	S = ৩২
Fl = ১৯	Cl = ৩৫·৬

এস্থলে দেখা যাইতেছে যে প্রত্যেক শ্রেণীভুক্ত ৭টী মূল-পদার্থদিগের পরস্পরের মধ্যে ধর্ম্মগত যথেষ্ট পার্থক্য রহিয়াছে। প্রথম শ্রেণীতে লিথিয়ম্ ও গ্লুসিনম্ দুইটী ধাতু এবং ইহাদিগের মধ্যে লিথিয়ম্ অপরটী অপেক্ষা ধাতব গুণ সম্বন্ধে অধিকতর শক্তি সম্পন্ন। অবশিষ্ট ৫টী মূল-পদার্থ অধাতু (Non-metals) এবং শেষোক্ত পদার্থ (ফ্লুওরিণ্) সর্ব্বাপেক্ষা অধিকতর রাসায়নিক শক্তিসম্পন্ন। ফ্লুওরিণের পরবর্ত্তী ৭টী মূল-পদার্থকে পূর্ব্ব ব্যবস্থা মত স্থাপন করিলে (দ্বিতীয় শ্রেণী) দেখা যায় যে এই শ্রেণীভুক্ত ৩টী মূল-পদার্থ ধাতু এবং অবশিষ্ট ৪টী মূল-পদার্থ অধাতু। তিনটী ধাতুর মধ্যে প্রথমটী (সোডিয়ম্) অধিক শক্তি সম্পন্ন এবং অধাতু মূল পদার্থ দিগের মধ্যে শেষোক্ত ক্লোরিণ্ই রাসায়নিক

ধর্ম্ম সম্বন্ধে অতিশয় প্রবল এবং কি রাসায়নিক, কি ভৌতিক ধর্ম্ম, এই উভয় বিষয়েই প্রথম শ্রেণীভুক্ত সপ্তম পদার্থের (ফ্লুওরিণ্) সহিত ইহার ঘনিষ্ঠ সাদৃশ্য পরিলক্ষিত হয়।

এইরূপে অন্যান্য মূল-পদার্থগুলি তাহাদিগের পারমাণবিক গুরুত্বের সাংটী সংখ্যানুসারে করিয়া পর পর শ্রেণী বিভাগ করিলে দেখা যায় যে এক শ্রেণীর যে কোন মূল-পদার্থের সহিত তৎপূর্ব্ব বা পরবর্ত্তী শ্রেণীভুক্ত অষ্টম সংখ্যক পদার্থের (যথা প্রথম শ্রেণীর ফ্লুওরিণের সহিত দ্বিতীয় শ্রেণীর ক্লোরিণের) ঘনিষ্ঠ ধর্ম্মগত সম্বন্ধ থাকিতে দেখা যায়। এইরূপ শ্রেণীবদ্ধ অষ্টম সংখ্যক মূল পদার্থ-দিগের পরস্পরের মধ্যে ধর্ম্মগত বিশেষ সম্বন্ধ পরিলক্ষিত হয় বলিয়া ইংরাজীতে এই সিদ্ধান্তকে Law of Octaves কহে।

মূল-পদার্থসমূহ পূর্ব্বোক্ত ব্যবস্থানুসারে শ্রেণীবদ্ধ হইলে এক এক শ্রেণীকে ইংরাজীতে এক একটী "পীরিয়ড্" (Period) কহে এবং এই শ্রেণী-বিভাগ ইংরাজীতে Periodic Classification নামে পরিচিত। যে সিদ্ধান্ত দ্বারা ইহা নিয়ন্ত্রিত হয়, রসায়ন-বিজ্ঞানে তাহা "পীরিয়ডিক্ ল" (Periodic Law) নামে পরিচিত।

১৮৬৯ খৃষ্টাব্দে মেণ্ডেলীফ্ (Mendelejeff) এই বিষয়ের আলোচনা কালীন উপরোক্ত শ্রেণী বিভাগে ক্লোরিণের পরে যে সকল মূল-পদার্থ আছে, তাহাদের মধ্যে ধর্ম্মগত গুরুতর বৈষম্য লক্ষ্য করেন এবং দীর্ঘকালব্যাপী চিন্তা ও গবেষণার পর এই বৈষম্যের সন্তোষকর মীমাংসা করিতে সমর্থ হন। তদবধি এই পদ্ধতি তাঁহারই নামে পরিচিত (Mendelejeff's System of Elements) হইয়া আসিতেছে।

পুনশ্চ তিনি পোটাসিয়ম্ প্রমুখ তৃতীয় শ্রেণীভুক্ত মূল-পদার্থদিগকে দুইটী শাখা শ্রেণীতে (Two Octaves) বিভক্ত করেন। এই শাখা শ্রেণীর প্রথমটীতে পোটাসিয়ম্ হইতে ম্যাঙ্গানীজ্ এবং দ্বিতীয় বিভাগে তাম্র হইতে ব্রোমিণ্ পর্য্যন্ত মূল পদার্থগুলিকে স্থাপন করেন এবং ইহাকে দীর্ঘশ্রেণী (Long Periods) বলিয়া আখ্যাত করেন। ইহার মধ্যে লৌহ, কোবল্ট্ ও নিকেল্ নামক যে তিনটী মূল-পদার্থগুলি অবস্থিত আছে, ইহাদিগকে দুইটী শাখাশ্রেণীর মধ্যে কোন একটীরও অন্তর্ভুক্ত করিতে পারা যায় না। প্রত্যেক দীর্ঘশ্রেণীর মধ্যে

সমধর্ম্ম-সম্পন্ন এইরূপ তিনটী মূল-পদার্থ দেখিতে পাওয়া যায়। ইংরাজীতে এই প্রকারের মূল পদার্থগুলি Transitional Elements নামে পরিচিত। ইহাদিগকে একটী স্বতন্ত্রশ্রেণীভুক্ত করা হয় এবং উক্ত শ্রেণীকে অষ্টম শ্রেণী (Eighth group) কহে।

এতদপেক্ষা অল্প সংখ্যক মূল-পদার্থ লইয়া যে সকল শ্রেণী গঠিত হয়, তাহাদিগকে হ্রস্বশ্রেণী (Short Periods) কহে। ৩য় তালিকার উপর হইতে নীচের দিকে গণনা করিলে প্রথম ও দ্বিতীয় শ্রেণী হ্রস্ব শ্রেণীভুক্ত; তৃতীয়, চতুর্থ ও পঞ্চম শ্রেণীগুলি দীর্ঘ শ্রেণীর অন্তর্গত। ষষ্ঠ শ্রেণীতে ৪টী মাত্র (তিনটী অনাবিষ্কৃত) মূল-পদার্থ আছে, সুতরাং ইহা একটী অসম্পূর্ণ শ্রেণী।

মেণ্ডেলীফের সিদ্ধান্তের পর অনেকগুলি নূতন মূল-পদার্থ আবিষ্কৃত হইয়াছে। তন্মধ্যে আর্গণ্, হীলিয়ম্ প্রভৃতি মূল-পদার্থগুলিকে এই শ্রেণী-বিভাগের সর্ব্বাগ্রে স্থাপন করিয়া ০ শ্রেণী ভুক্ত করা হইয়াছে (৩য় তালিকা)।

মূল-পদার্থদিগের এইরূপ শ্রেণীবিভাগ দ্বারা রসায়ন বিজ্ঞানের প্রভূত উন্নতি সাধিত হইয়াছে। ইহারই সাহায্যে অনেকানেক মূলপদার্থের আবিষ্কার সংঘটিত হইয়াছে এবং রসায়ন-বিজ্ঞান-বিষয়ক গবেষণা বিস্তারলাভ করিয়াছে। মেণ্ডেলীফ্ (—) চিহ্নিত যে সকল মূলপদার্থের অস্তিত্ব সম্বন্ধে ভবিষ্যদ্বাণী করিয়া গিয়াছিলেন, পরবর্ত্তী সময়ে তাহাদিগের মধ্যে কয়েকটীর আবিষ্কার হইয়া তাহারা এই শ্রেণীর মধ্যে স্থান পাইয়াছে। ইহা ব্যতীত মূলপদার্থদিগের পারমাণবিক গুরুত্ব নির্ণয় সম্বন্ধে এই শ্রেণী-বিভাগ হইতে যথেষ্ট আনুকূল্য প্রাপ্ত হওয়া যায়। বিশেষতঃ এইরূপ একটী বিজ্ঞান-সম্মত যুক্তির উপর প্রতিষ্ঠিত শ্রেণীবিভাগ দ্বারা মূলপদার্থ ও তাহাদিগের যৌগিকদিগের মধ্যে রাসায়নিক ও ভৌতিক ধর্ম্মগত সম্বন্ধ সূক্ষ্মভাবে আলোচনার সবিশেষ সুবিধা হইয়াছে।

এই শ্রেণীবিভাগ যে একেবারে নির্দ্দোষ, তাহা বলা যায় না। অনেকানেক রাসায়নিক পণ্ডিত ইহার মধ্যে কোন কোন বিষয়ে ত্রুটী প্রদর্শন করিয়াছেন এবং তৎসম্বন্ধে আলোচনা চলিতেছে। বাহুল্য ভয়ে গ্রন্থ মধ্যে তদ্বিষয়ের আলোচনা করা হইল না।

পরপৃষ্ঠায় পীরিয়ডিক্ পদ্ধতি অনুযায়ী মূলপদার্থ সমূহের শ্রেণীবিভাগের একটী তালিকা প্রদত্ত হইল।

৩য় তালিকা।

পীরিয়ডিক পদ্ধতি মতে মূল পদার্থ দিগের শ্রেণী বিভাগ।

(0 হইতে ৮ শ্রেণী)

	0	১	২	৩	৪	৫	৬	৭	৮
হ্রস্ব শ্রেণী	He=৪	Li=৯	—	B=১১	C=১২	N=১৪	O=১৬	F=১৯	
	Ne=২০	Na=২৩	Mg=২৪·৫	Al=২৯	Si=২৮·৫	P=৩১	S=৩২	Cl=৩৫·৫	
দীর্ঘ শ্রেণী	A=৪০	K=৩৯	Ca=৪০	—	—	—	Cr=৫২	Mn=৫৫	Fe=৫৬ Co=৫৯ Ni=৫৮·৫
		Cu=৬৩·৪	Zn=৬৫·[illegible]	—	—	As=৭৫	—	Br=৮০	
	Kr=৮৩	Rb=৮৫·৫	Sr=৮৭·৫	—	—	—	—		— — —
		Ag=১০৮	Cd=১১২·৫	—	Sn=১১৮·৫	Sb=১২০	—	I=১২৭	
	Xe=১৩০	Cs=১৩৩	Ba=১৩৭·৫	—	—	—	—		— — Pt=১৯৫
		Au=১৯৭	Hg=২০০·৫	—	Pb=২০৭	Bi=২০৮			
			Ra=২২৬·০		--	—	—		

রসায়ন-বিজ্ঞান।

—::*::—

অর্গানিক্ কেমিষ্ট্রি।

প্রথম পরিচ্ছেদ।

—:•:—

ইনর্গানিক্ ও অর্গানিক্ যৌগিকের প্রভেদ।

কিছুদিন পূর্ব্বে জীব ও উদ্ভিদ্ জগৎ হইতে উৎপন্ন যাবতীয় পদার্থ অর্গানিক্ যৌগিক (Organic compounds) বলিয়া অভিহিত হইত। তখন রসায়নতত্ত্ববিদ্গণের বিশ্বাস ছিল যে ইনর্গানিক্ (Inorganic) যৌগিক সকল উৎপত্তি সম্বন্ধে যে সকল সাধারণ রাসায়নিক নিয়মাবলীর অধীন, অর্গানিক্ পদার্থগুলি সেই সকল নিয়ম ব্যতীত জীবনীশক্তি (Vital force) নামক অজ্ঞাত আর একটী বিশেষ শক্তিদ্বারা নিয়ন্ত্রিত হইয়া থাকে। রসায়ন-বিজ্ঞানের যে অংশে অর্গানিক্ পদার্থের আলোচনা হইত, তাহা সম্পূর্ণ স্বতন্ত্র এবং "অর্গানিক্ কেমিষ্ট্রি" নামে পরিচিত ছিল।

রসায়ন-বিজ্ঞানের অভাবনীয় উন্নতির সঙ্গে সঙ্গে বর্ত্তমান সময়ে এই স্বাতন্ত্র্য এক প্রকার লোপ প্রাপ্ত হইয়াছে। ১৮২৮ খৃষ্টাব্দে উলার্ (Wohler) জীবদেহ হইতে পরিত্যক্ত মূত্র মধ্যে অবস্থিত ইউরিয়া (Urea) নামক অর্গানিক্ পদার্থ প্রথমতঃ পরীক্ষাগারে ইনর্গানিক্ পদার্থ হইতে প্রস্তুত করিয়া প্রাচীন বিশ্বাসের মূলে কুঠারাঘাত করেন। এখন সুরাসার, নীল প্রভৃতি রং, দ্রাক্ষাশর্করা, ফলশর্করা, টার্পিন্ তৈল, কেফিন্, কোকেন্ প্রভৃতি শত সহস্র পদার্থ (যাহা পূর্ব্বে জীবনী-শক্তির সাহায্য ব্যতীত প্রস্তুত হয় না বলিয়া লোকের বিশ্বাস ছিল) পরীক্ষাগারে সাধারণ রাসায়নিক নিয়মাবলীর অধীনে ইনর্গানিক্ পদার্থ হইতে প্রস্তুত হইতেছে। সুতরাং রসায়ন-বিজ্ঞানের এই দুই অংশের পূর্ব্বনির্দ্দিষ্ট প্রভেদ এক্ষণে এক প্রকার লোপ প্রাপ্ত হইয়াছে। তবে প্রত্যেক

অর্গানিক্ পদার্থের মধ্যে কার্ব্বন্ থাকে এবং এই প্রকার কার্ব্বন্ যৌগিকের সংখ্যা অত্যধিক বলিয়া রসায়ন-বিজ্ঞানের এই অংশ ইংরাজীতে কার্ব্বন্ যৌগিকের রসায়ন-বিজ্ঞান (Chemistry of Carbon Compounds) নামে ভিন্নভাবে আলোচিত হইয়া থাকে।

ইন্‌র্গানিক্ ও অর্গানিক্ যৌগিকগুলি উৎপত্তি সম্বন্ধে একই রাসায়নিক নিয়মের অধীন হইলেও উভয়ের মধ্যে গঠন (Structure) ও কার্য্য (Behaviour) সম্বন্ধে অনেক বিষয়ে প্রভেদ লক্ষিত হয়। অর্গানিক্ যৌগিকের মধ্যে সাধারণতঃ কার্ব্বন্, হাইড্রোজেন্, নাইট্রোজেন্ এবং অক্সিজেন্ এই চারিটী মূলপদার্থই বিদ্যমান থাকিতে দেখা যায় এবং কতিপয় অর্গানিক্ পদার্থের মধ্যে গন্ধক, ফস্‌ফরস্, ক্লোরিণ্ প্রভৃতি অপর কয়েকটী মূল পদার্থও বিদ্যমান থাকে, কিন্তু ইনর্গানিক্ যৌগিক দিগের মধ্যে যে কোন মূল পদার্থ বিদ্যমান থাকিতে পারে। পুনশ্চ ইনর্গানিক্ যৌগিক দিগের মধ্যে যে সকল মূল পদার্থ থাকে, তাহাদিগের পরমাণুর সংখ্যা এক হইতে সাতের অধিক প্রায় হয় না, কিন্তু অর্গানিক্ যৌগিক্-মধ্যস্থিত মূল পদার্থদিগের পরমাণুর সংখ্যা অনেক স্থলে এক হইতে এক সহস্র, এমন কি, সময়ে সময়ে দুই সহস্রের ও অধিক হইতে দেখা যায়। একই উপাদানবিশিষ্ট ভিন্নধর্ম্মাক্রান্ত একাধিক ইনর্গানিক্ যৌগিক দেখিতে পাওয়া যায় না, কিন্তু অর্গানিক্ যৌগিকদিগের মধ্যে সমান উপাদানের সম্পূর্ণ ভিন্ন ধর্ম্মাক্রান্ত বহু পদার্থ দেখিতে পাওয়া যায়। ইংরাজীতে এই ধর্ম্মকে আইসমারিজম্ (Isomerism) এবং বিভিন্ন ধর্ম্মশীল সম-উপাদানের পদার্থদিগকে আইসমার্ (Isomer) কহে। ইউরিয়া ও এমোনিয়ম্ সায়ানেট্ ইহার উৎকৃষ্ট উদাহরণ।

অর্গানিক্ যৌগিকের উপাদান নিরূপণ।

কার্ব্বন্ ও হাইড্রোজেন্—যে কোন অর্গানিক্ যৌগিকে কার্ব্বন্ ও হাইড্রোজেনের অস্তিত্ব পরীক্ষা করিতে হইলে উহার সহিত কৃষ্ণবর্ণ কিউপ্রিক্ অক্সাইড্ (CuO) মিশ্রিত করিয়া কাচ নলের মধ্যে রাখিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে কার্ব্বন্ ডাই-অক্সাইড্ গ্যাস্ ও জলবাষ্প নির্গত হয়। চূণের জলের মধ্যে ঐ গ্যাস্ প্রবেশ করাইলে চূণের জল শাদা হইয়া যায়। হাইড্রোজেন্ দগ্ধ হইয়া যে জলবাষ্প উৎপন্ন হয়, তাহা ক্ষুদ্র জলবিন্দুর আকারে কাচনলের শীতলাংশে জমিয়া থাকিতে দেখা যায়।

নাইট্রোজেন্—কোন অর্গানিক্ যৌগিকে নাইট্রোজেনের অস্তিত্ব পরীক্ষা করিতে হইলে উহার সহিত ক্ষুদ্র এক খণ্ড সোডিয়ম্ ধাতু মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে সোডিয়ম্ সায়ানাইড্ নামক লবণ প্রস্তুত হয়। শীতলাবস্থায় ইহা জলে দ্রব করিয়া দ্রাবণের সহিত ফেরস্ সল্ফেট্ ও ফেরিক্ ক্লোরাইডের দ্রাবণ যোগ করতঃ পরে উহাতে অল্প পরিমাণ হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ যোগ করিলে গাঢ় নীলবর্ণ প্রসিয়ান্ ব্লু (Prussian Blue) নামক পদার্থ অধঃস্থ হয়।

ক্লোরিণ্ ইত্যাদি—নাইট্রিক্ এসিড্ ও সিল্ভার্ নাইট্রেট্ নামক পদার্থ অর্গানিক্ যৌগিকের সহিত একটী দুই মুখবদ্ধ (Sealed) কাচের নলের মধ্যে সমধিক উত্তপ্ত হইলে ঐ যৌগিকের মধ্যে যদি ক্লোরিণ, ব্রোমিন্ বা আইওডিন্ থাকে, তাহা হইলে উক্ত নলের মধ্যে অদ্রবণীয় সিল্ভার্ ক্লোরাইড্ ব্রোমাইড্ বা আইওডাইড্ নামক যৌগিক পদার্থ প্রস্তুত হয়। শীতলাবস্থায় নলটী ভাঙ্গিয়া এই সকল পদার্থ পরীক্ষা করিয়া উহাদিগের মধ্যে ক্লোরিণ্, ব্রোমিণ্ বা আইওডিনের অস্তিত্ব প্রমাণিত হয়।

কোন অর্গানিক্ যৌগিকে গন্ধক বা ফস্ফরস্ বিদ্যমান থাকিলে উগ্র নাইট্রিক্ এসিডের সহিত উক্ত পদার্থকে দুই মুখবদ্ধ কাচনলের মধ্যে রাখিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিতে হয়। এরূপ অবস্থায় ঐ পদার্থস্থিত গন্ধক সল্ফিউরিক্ এসিডে এবং ফস্ফরস্ ফস্ফরিক্ এসিডে পরিণত হয় এবং উপযুক্ত পরীক্ষাদ্বারা ইহাদিগের স্বরূপ নিরূপিত হইয়া থাকে (সল্ফিউরিক্ ও ফস্ফরিক্ এসিডের পরীক্ষা দেখ)।

কার্ব্বন্, হাইড্রোজেন্, নাইট্রোজেন্ প্রভৃতি মূল পদার্থ কোন একটী অর্গানিক্ যৌগিকের মধ্যে শতকরা কত পরিমাণে আছে, তাহা নির্দ্দিষ্ট ওজনের পদার্থ লইয়া বিভিন্ন পরীক্ষাদ্বারা সহজেই নির্ণীত হইয়া থাকে। বাহুল্য ভয়ে এই পুস্তকে সেই সকল পরীক্ষার বিষয় বর্ণিত হইল না।

অর্গানিক্ যৌগিকগুলির শ্রেণী-বিভাগ।

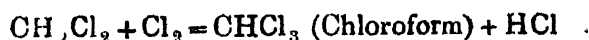
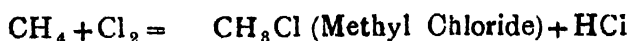
অর্গানিক্ যৌগিকগুলি তাহাদিগের গঠন ও প্রকৃতি অনুসারে কতিপয় শ্রেণীতে বিভক্ত হইয়া থাকে। প্রধান প্রধান শ্রেণীগুলির নাম ও তদন্তর্ভূত যৌগিকদিগের সাধারণ ধর্ম্ম এস্থলে সংক্ষেপে বর্ণিত হইল।

১। হাইড্রোকার্ব্বন্ শ্রেণী (Hydrocarbons)।—ইহাদিগের মধ্যে কেবল কার্ব্বন্ ও হাইড্রোজেন্ থাকে। মিথেন্ (Methane) বা মার্শ্ গ্যাস্ (CH_4), এসিটিলিন্ (C_2H_2), ইথিলিন্ (C_2H_4), বেঞ্জিন্ (C_6H_6) প্রভৃতি যৌগিকগুলি এই শ্রেণীর অন্তর্গত। ইহাদিগের মধ্যে কতকগুলি পূর্ণসিক্ত (Saturated hydrocarbons) অর্থাৎ তাহাদিগের মধ্যে যে এক বা ততোধিক কার্ব্বনের পরমাণু আছে, তাহার পরমাণবিক ধৃতি-শক্তি (Valency) হাইড্রোজেনের সহিত পূর্ণভাবে মিলিত বা সিক্ত থাকে। মার্শ্ গ্যাস্ ইহার প্রকৃষ্ট উদাহরণ। মার্শ্ গ্যাসে (CH_4) এক পরমাণু কার্ব্বন্ আছে এবং উহা টেট্রাড্ (Tetrad) বলিয়া উহার ধৃতি-শক্তি (Valency) ৪, ইহা পূর্ব্বে বর্ণিত হইয়াছে। মার্শ্ গ্যাসে এই চারিটী ধৃতি-শক্তিই ৪ পরমাণু হাইড্রোজেনের সহিত সংযুক্ত হইয়া পূর্ণভাবে সিক্ত হইয়া রহিয়াছে। এই সকল পদার্থ সহজে অন্য কোন পদার্থের সহিত সরাসরি (Directly) যুক্ত হইয়া নূতন যৌগিক প্রস্তুত করিতে পারে না। এই সকল পদার্থ হইতে নূতন যৌগিক প্রস্তুত হইতে হইলে হাইড্রোজেনের এক বা ততোধিক পরমাণু উহা হইতে স্থানচ্যুত হয় এবং সেই স্থান অন্য মূলপদার্থের পরমাণুদ্বারা অধিকৃত হইয়া থাকে। নিম্নলিখিত প্রতিক্রিয়া দ্বারা ইহা সহজে বোধগম্য হইবে। এস্থলে মার্শ্ গ্যাস্ ও ক্লোরিণ্ গ্যাস্ একত্রিত হইয়া, হাইড্রোজেন্ ও ক্লোরিণ্ পরস্পর স্থান পরিবর্ত্তন করিয়া নূতন যৌগিকের সৃষ্টি হইয়াছে। মার্শ্ গ্যাস্ একটী পূর্ণসিক্ত যৌগিক বলিয়া উহা ক্লোরিণ্ বা অপর কোন মূলপদার্থের সহিত সরাসরি (Directly) মিলিত হইতে পারে না।

$CH_4 + Cl_2 = CH_3Cl$ (Methyl Chloride) + HCl

$CH_3Cl + Cl_2 = CH_2Cl_2$ (Methylene Chloride) + HCl

$CH_2Cl_2 + Cl_2 = CHCl_3$ (Chloroform) + HCl

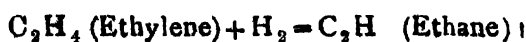
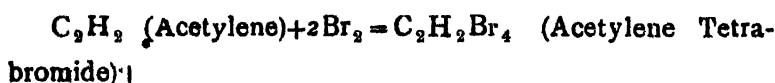
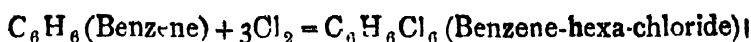
$CHCl_3 + Cl_2 = CCl_4$ (Carbon Tetra-Chloride) + HCl

পূর্ণসিক্ত (Saturated) হাইড্রোকার্ব্বন্গুলি যে শ্রেণীর অন্তর্ভূত, তাহার নাম প্যারাফিন্ শ্রেণী (Paraffin series)। ইহারা সল্‌ফিউরিক্ এসিড্, নাইট্রিক্ এসিড্ প্রভৃতি অন্য রাসায়নিক যৌগিকের সহিত সহজে মিলিত হয় না। স্বভাবজাত মেটিয়া তৈল (Petroleum) এই শ্রেণীভুক্ত। পেট্রোলিয়ম্ একটী

মিশ্র-পদার্থ (Mixture) ; মিথেন্, ইথেন্, প্রোপেন্ প্রভৃতি অনেকগুলি সমজাতীয় পূর্ণসিক্ত হাইড্রোকার্ব্বনের মিশ্রণে ইহা উৎপন্ন হয়। ইহা আমেরিকা, রুসিয়া, ব্রহ্মদেশ প্রভৃতি স্থানে ভূগর্ভমধ্যে নাতিতরল অবস্থায় অত্যধিক পরিমাণে সঞ্চিত থাকিতে দেখা যায় এবং ভূমির মধ্যে গভীর গর্ত্ত (Bore) করিয়া পম্প্ (Pump) সাহায্যে এই তৈল খনি হইতে উত্তোলন করিতে হয়। কখন কখন গর্ত্ত খুঁড়িয়া তৈলের খনি পর্য্যন্ত পৌছিলে উহা সজোরে ফোয়ারার আকারে ভূমির উর্দ্ধদেশে উঠিতে থাকে। এই তৈল বিভিন্ন তাপমাত্রায় চোয়াইয়া (Fractional distillation) পেট্রল্ (Petrol, যাহা মোটর চালাইবার জন্য ব্যবহৃত হয়), কেরোসিন্ তৈল (Kerosene, যাহা ল্যাম্পে জালাইবার জন্য ব্যবহৃত হয়), প্যারাফিন্ (Paraffin, যাহা বাতি প্রস্তুত করিবার জন্য ব্যবহৃত হয়), ভ্যাসেলিন (Vaseline, যাহা মলম প্রস্তুত করিবার জন্য ব্যবহৃত হয়) প্রভৃতি নানাবিধ প্রয়োজনীয় পদার্থ আমরা প্রাপ্ত হইয়া থাকি। পেট্রল্ প্রভৃতি সহজ দাহ্য পদার্থ সমূহ কেরোসিনের সহিত মিশ্রিত থাকায় কেরোসিন্ সামান্য উত্তাপেই জ্বলিয়া উঠিবার সম্ভাবনা, এজন্য চোয়াইয়া কেরোসিন্ হইতে এই সকল পদার্থ পৃথক করিয়া লওয়া হয়। হাইড্রোজেনের স্থান পরিবর্ত্তন দ্বারা প্যারাফিন্ যৌগিক সমূহ অন্য মূলপদার্থের সহিত মিলিত হইয়া যে সকল যৌগিক প্রস্তুত করে, তাহাদিগকে ইংরাজীতে Substitution compounds কহে।

এমন অনেক হাইড্রোকার্ব্বন্ আছে যাহাদিগের কার্ব্বন্-পরমাণুর ধৃতিশক্তি (Valency) পূর্ণভাবে হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া অবস্থিতি করে না অর্থাৎ উহার কিয়দংশ অমিলিত বা অসিক্ত অবস্থায় থাকে। এসিটিলিন্, ইথিলিন্, বেঞ্জিন্ প্রভৃতি যৌগিক ইহার উৎকৃষ্ট উদাহরণ। ইহারা সহজেই অপর পদার্থের সহিত সরাসরি (Directly) মিলিত হইয়া (অর্থাৎ হাইড্রোজেনের সহিত স্থান পরিবর্ত্তন না করিয়া) নূতন যৌগিক প্রস্তুত করে। ইংরাজীতে এই জাতীয় হাইড্রোকার্ব্বন্‌কে Unsaturated hydrocarbons কহে। নিম্নলিখিত প্রতিক্রিয়া দ্বারা ইহাদের প্রকৃতি সহজে বোধগম্য হইবে :—

C_2H_2 (Acetylene)+$2Br_2 = C_2H_2Br_4$ (Acetylene Tetrabromide)।

C_2H_4 (Ethylene)+ $H_2 = C_2H$ (Ethane)।

C_6H_6 (Benzene) + $3Cl_2$ = $C_6H_6Cl_6$ (Benzene-hexa-chloride)।

আংশিকভাবে সিক্ত (Unsaturated) হাইড্রোকার্ব্বন্ সমূহ এইরূপে অন্য পদার্থের সহিত সরাসরি (Directly) যুক্ত হইয়া যে সকল যৌগিক উৎপাদন করে, তাহাদিগকে এডিটিভ্ যৌগিক (Additive compounds) কহে।

আংশিকভাবে সিক্ত হাইড্রোকার্ব্বন্‌গুলি এসিটিলিন্ শ্রেণী, ইথিলিন্ শ্রেণী, বেঞ্জিন্ শ্রেণী প্রভৃতি বিভিন্ন শ্রেণীতে (Series) বিভক্ত হইয়া থাকে। ইতি-পূর্ব্বে মিথেন্, এসিটিলিন্, ঈথিলিন্ প্রভৃতি প্রয়োজনীয় হাইড্রোকার্ব্বনগুলির বিষয় বর্ণিত হইয়াছে, এস্থলে তাহাদিগের পুনরুল্লেখ অনাবশ্যক।

পূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে পাতুরে কয়লা বদ্ধপাত্রে রাখিয়া উত্তাপ সংযোগে চোয়াইলে (Destructive distillation) কোল্ গ্যাস্, এমোনিয়া এবং আল্‌কাতরা (Tar) নামক পদার্থ সমূহ পরিশ্রুত হইয়া বাহির হইয়া আইসে এবং কোক্ কয়লা (Coke) নামক পদার্থ বদ্ধপাত্র মধ্যে অবশিষ্ট থাকে। এই কোক্ কয়লা ইন্ধনরূপে যথেষ্ট পরিমাণে ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

আল্‌কাতরাকে (Coal-tar) ভিন্ন ভিন্ন তাপমাত্রায় চোয়াইলে (Fractional Distillation) যে সকল প্রয়োজনীয় যৌগিক পদার্থ উৎপন্ন হয়, তাহাদিগের মধ্যে বেঞ্জিন্ সর্ব্বপ্রধান। এই প্রক্রিয়ার দ্বারা লাইট্ অয়েল্ (Light oil), মিড্‌ল্ অয়েল্ (Middle oil) প্রভৃতি কতকগুলি তৈলাক্ত পদার্থ আল্‌কাতরা হইতে বাহির হইয়া আইসে। ইহাদিগের মধ্যে লাইট্ অয়েল্ হইতে বেঞ্জিন্ এবং মিড্‌ল্ অয়েল্ হইতে কার্ব্বলিক এসিড্ প্রাপ্ত হওয়া যায়। বেঞ্জিন্ ব্যতীত টলুইন্ (Toluene), ঝিলিন্ (Xylene), ফিনল্ বা কার্ব্বলিক্ এসিড্, ন্যাপ্‌থালিন্ (Naphthaline), এন্থ্রাসিন্ (Anthracene) প্রভৃতি অন্যান্য নানাবিধ পদার্থ আল্‌কাতরা চোয়াইয়া প্রাপ্ত হওয়া যায়। ইহাদিগের মধ্যে যেগুলি ঔষধার্থে ব্যবহৃত হয়, তাহাদের বিষয় সংক্ষেপে এই পুস্তকে বর্ণিত হইবে।

বেঞ্জিন্।—বেঞ্জিন্ (C_6H_6) অতি তরল সহজদাহ্য পদার্থ। ইহা ৮০।৮১^{0}C তাপমাত্রায় ফুটিতে থাকে। চর্ব্বি, তৈল, বৃক্ষনির্য্যাস প্রভৃতি অনেকানেক পদার্থ ইহাতে দ্রব হয়। ইহা জল অপেক্ষা লঘু এবং জলের সহিত মিশেনা; জলের সহিত একত্রিত হইলে উপরে ভাসিতে থাকে। ইহা বর্ণহীন এবং

গন্ধযুক্ত। এই সকল যৌগিক এক প্রকার সুগন্ধযুক্ত বলিয়া বেঞ্জিন্ শ্রেণীকে ইংরাজীতে Aromatic series কহে। বেঞ্জিন্ আংশিকসিক্ত যৌগিক (Unsaturated compound) বলিয়া ইহা সহজেই সরাসরি (Directly) অন্য পদার্থের সহিত যুক্ত হইয়া এডিটিভ্ যৌগিক প্রস্তুত করে। ইহা ব্যতীত ক্লোরিণ্, ব্রোমিন প্রভৃতি মূলপদার্থগণ বেঞ্জিনের অন্তর্ভূত হাইড্রোজেনের স্থান অধিকার করিলে বিবিধ Substitution compounds উৎপন্ন হইয়া থাকে।

নাইট্রো-বেঞ্জিন্।—বেঞ্জিনের সহিত উগ্র নাইট্রিক্ ও সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ মিলিত হইয়া নাইট্রোবেঞ্জিন্ (Nitro-benzene) নামক একটী প্রয়োজনীয় যৌগিক প্রস্তুত করে। ইহার ফর্ম্মিউলা $C_6H_5NO_2$। ইহা সুগন্ধযুক্ত পীত বর্ণের তরল বিষাক্ত পদার্থ। সাবান, কেশ তৈল (Hair oil) প্রভৃতি সুগন্ধি করিবার জন্য ইহা ব্যবহৃত হয়। ইহার সহিত লৌহ-চূর্ণ (Iron filings) ও এসিটিক্ এসিড্ যোগ করিলে হাইড্রোজেন্ উৎপন্ন হইয়া নাইট্রো-বেঞ্জিনের সহিত মিলিত হয় এবং এনিলিন্ (Aniline) ($C_6H_5NH_2$) নামক একটী নূতন যৌগিক প্রস্তুত হয়। এনিলিন্ হইতে বিবিধ রং প্রস্তুত হইয়া থাকে; ইংরাজীতে এই সকল রং Aniline dyes নামে সুপরিচিত। এনিলিন্ হইতে এন্টিফেব্রিন্ (antifebrine) নামক একটী প্রয়োজনীয় ঔষধ প্রস্তুত হইয়া থাকে। এনিলিন্, নাইট্রস্ এসিডের সহিত মিলিত হইলে কার্ব্বলিক্ এসিড্ উৎপন্ন হয়। এনিলিনের দ্রাবণে ক্লোরোফর্ম্ ও সুরাসার মিশ্রিত কষ্টিক্ পটাসের দ্রাবণ যোগ করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে অতিশয় দুর্গন্ধযুক্ত ফেনিল্ আইসো-সায়ানাইড্ (Phenyl Isocyanide) নামক পদার্থ উৎপন্ন হয়। ইহা এনিলিন্ ও ক্লোরোফর্ম্মের একটী পরীক্ষা।

হাইড্রোকার্ব্বন্‌গুলির মধ্যে এক একটী রেডিকাল্ (Radical) আছে। এই সকল রেডিকাল, কার্ব্বন্ ও হাইড্রোজেন্ সংযোগে উৎপন্ন এবং ইহারা রাসায়নিক সম্মিলন-ক্রিয়ায় এক একটী মূল পদার্থের ন্যায় কার্য্য করে। মিথেনের মধ্যে CH_3 রেডিকাল্ থাকে। ইহা সাধারণতঃ মিথিল্ (Methyl) নামে পরিচিত। মিথেন্, মিথিল্ রেডিকালের হাইড্রোজেন্ যুক্ত যৌগিক (Metheyl Hydride) বলিয়া গৃহীত হইতে পারে, কারণ ইহার সাঙ্কেতিক চিহ্ন CH_4 না লিখিয়া CH_3H লেখা যাইতে পারে। এইরূপে ইথেনের (C_2H_6) মধ্যে ইথিল্

রেডিকাল্ (C_2H_5) এবং প্রোপেনের (C_3H_8) মধ্যে প্রোপিল্ (C_3H_7) নামক রেডিকাল্ বিদ্যমান আছে। এই সকল রেডিকাল্ বেসের (Base) ন্যায় কার্য্য করে, অর্থাৎ ভিন্ন ভিন্ন দ্রাবকের সহিত মিলিত হইয়া বিভিন্ন জাতীয় লবণ (Esters) উৎপাদন করে, যথা—CH_3Cl (Methyl Chloride), $C_2H_5HSO_4$ (Ethyl Hydrogen Sulphate)। ইহারা এলকহল্ রেডিকাল্, এল্কিল্ (Alkyl) রেডিকাল্, পজিটিভ্ (Positive) রেডিকাল্, হাইড্রোকার্ব্বন্ রেডিকাল্ প্রভৃতি বিভিন্ন নামে নির্দ্দিষ্ট হইয়া থাকে। এই সকল রেডিকালের স্বতন্ত্র অস্তিত্ব দেখিতে পাওয়া যায় না। রাসায়নিক সম্মিলনে ইহারা বেসের (Base) ন্যায় কার্য্য করে।

হমোলোগাস্ শ্রেণী (Homologous series)। পূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে যে হাইড্রোকার্ব্বন্‌গুলি সাধারণতঃ মিথেন্, ইথিলিন্, এসিটিলিন্, বেঞ্জিন্ প্রভৃতি কতিপয় শ্রেণীতে বিভক্ত এবং এই এক এক শ্রেণীর মধ্যে সমধর্ম্মবিশিষ্ট কতকগুলি হাইড্রোকার্ব্বন্ আছে। প্রত্যেক শ্রেণীর অন্তর্ভূত হাইড্রোকার্ব্বন্‌দিগের মধ্যে একটী সরল সম্বন্ধ বিদ্যমান থাকিতে দেখা যায়। এস্থলে মিথেন্ শ্রেণীর অন্তর্গত আটটী হাইড্রোকার্ব্বনের নাম ও তাহাদিগের সাঙ্কেতিক চিহ্ন (Formula) নিম্নে প্রদত্ত হইল। ইহাদিগের সাঙ্কেতিক চিহ্নগুলির পার্থক্য লক্ষ্য করিলেই এই সরল সম্বন্ধ বোধগম্য হইবে :—

মিথেন্ (Methane)...	CH_4
ইথেন্ (Ethane)...	C_2H_6 (CH_4+CH_2)
প্রোপেন্ (Propane)...	C_3H_8 ($C_2H_6+CH_2$)
বিউটেন্ (Butane)...	C_4H_{10} ($C_3H_8+CH_2$)
পেণ্টেন্ (Pentane)...	C_5H_{12} ($C_4H_{10}+CH_2$)
হেক্সেন্ (Hexane)...	C_6H_{14} ($C_5H_{12}+CH_2$)
হেপ্টেন্ (Heptane)...	C_7H_{16} ($C_6H_{14}+CH_2$).
অক্টেন্ (Octane)...	C_8H_{18} ($C_7H_{16}+CH_2$)

এস্থলে দেখা যাইতেছে যে মিথেন্ ও ইথেনের মধ্যে প্রভেদ এই যে শেষোক্ত পদার্থের উপাদানে প্রথমোক্ত পদার্থ অপেক্ষা CH_2 অধিক থাকে। এইরূপে উপরোক্ত তালিকাভুক্ত হাইড্রোকার্ব্বন্‌গুলির পরস্পর সম্বন্ধ আলোচনা করিলে

হা প্রতীয়মান হয় যে, শুদ্ধ CH_2 চিহ্নক হাইড্রোকার্ব্বন্ সংযোগে একটী হইতে অপরটী উৎপন্ন হইয়া থাকে। এইরূপ সরল সম্বন্ধযুক্ত হাইড্রোকার্ব্বন্ বা তদ্রূপ যৌগিকদিগের শ্রেণীকে ইংরাজীতে Homologous Series কহে।

মিথেন্ শ্রেণীর ন্যায় এসিটিলিন্, ইথিলিন্, বেঞ্জিন্ প্রভৃতি ভিন্ন ভিন্ন শ্রেণীভুক্ত হাইড্রোকার্ব্বন্‌গুলির মধ্যেও পূর্ব্বোক্তরূপ সরল সম্বন্ধ লক্ষিত হয়। বাহুল্যভয়ে এস্থলে তাহাদিগের বিষয় বর্ণিত হইল না।

২। **এল্‌কহল্ শ্রেণী** (Alcohols)।—ইহাদিগকে হাইড্রোকার্ব্বন্‌দিগের হাইড্রেট্ বা হাইড্রক্সাইড্ (Hydrate or Hydroxide) বলিয়া বিবেচনা করা যাইতে পারে। মিথিল্ এল্‌কহলের সাঙ্কেতিক চিহ্ন $CH_4O = CH_3HO$; সুতরাং ইহাকে মিথিল্ নামক হাইড্রোকার্ব্বন্ রেডিকালের হাইড্রক্সাইড্ বলিয়া মনে করা অসঙ্গত নহে। সেইরূপ ইথিল্ এল্‌কহল্ (C_2H_5HO) ইথিল্ নামক রেডিকালের হাইড্রক্সাইড্।

এল্‌কহল্‌গুলি সাধারণতঃ প্রাইমারি (Primary), সেকেণ্ডারি (Secondary) এবং টার্সিয়ারি (Tertiary) নামক তিনটী শ্রেণীতে বিভক্ত হইয়া থাকে। মিথিল্ ও ইথিল্ এল্‌কহল্ প্রভৃতি এক একটী প্রাইমারি এল্‌কহল্; ইহাদিগের মধ্যে $CH_2(OH)$ চিহ্নক একটী পদার্থ অবস্থিতি করে। ইথিল্ এল্‌কহলের সাঙ্কেতিক চিহ্ন C_2H_6O, কিন্তু উহা এইরূপ ভাবেও দেখান যাইতে পারে, যথা—$CH_3CH_2(OH)$। সেইরূপ সেকেণ্ডারি এল্‌কহলের মধ্যে $CHOH$ এবং টার্সিয়ারি এল্‌কহলের মধ্যে COH চিহ্নক পদার্থ যথাক্রমে থাকিতে দেখা যায়। কতকগুলি এল্‌কহল্ তরলাকারে অবস্থিতি করে, যেমন মিথিল্ বা ইথিল্ এল্‌কহল্। কতিপয় এল্‌কহল্ কঠিন অবস্থায় (Solid) প্রাপ্ত হওয়া যায়, যথা সিটিল্ এল্‌কহল্ (Cetyl Alcohol)। এল্‌কহল্ মাত্রেরই মধ্যে হাইড্রক্সিল্ (Hydroxyl) নামক HO চিহ্নক পদার্থ অবস্থিতি করে। যে সকল এল্‌কহলের মধ্যে একটী মাত্র HO থাকে, তাহাদিগকে মনোহাইড্রিক্ এল্‌কহল্ (Monohydric alcohol), যাহার মধ্যে দুইটী HO থাকে তাহাকে ডাই-হাইড্রিক্ এল্‌কহল্ এবং তিনটি HO থাকিলে উহাকে ট্রাই-হাইড্রিক্ এল্‌কহল্ কহে। মিথিল্ বা ইথিল্ এল্‌কহল্ এক একটী মনোহাইড্রিক্ এল্‌কহল্, যথা $CH_3.HO$, C_2H_5HO। গ্লিসেরিণ্ একটী

টাই-হাইড্রিক্ এল্কহল্, কেননা ইহার মধ্যে তিনটী HO আছে, যথা—$C_3H_5(HO)_3$।

এল্কহল্গুলি এসিডের সহিত মিলিত হইয়া এষ্টার্ (Esters) নামক লবণ প্রস্তুত করে। প্রাইমারি এল্কহল্গুলি অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া প্রথমতঃ এল্ডিহাইড্ (Aldehyde) নামক যৌগিক এবং তৎপরে এসিডে (Acids) পরিণত হয়।

৩। **এল্ডিহাইড্ শ্রেণী** (Aldehydes)।—পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে যে প্রাইমারি এল্কহলের সহিত আংশিক ভাবে অক্সিজেন্ সংযুক্ত হইলে বিভিন্ন এল্ডিহাইড্ নামক যৌগিক প্রস্তুত হয়। এল্কহলে যে পরিমাণে হাইড্রোজেন্ থাকে, এল্ডিহাইডে তাহা অপেক্ষা দুই পরমাণু হাইড্রোজেন্ কম থাকে, যথা—ইথিল্ এল্কহল্$=C_2H_6O$; ইথিল্ এল্ডিহাইড্$=C_2H_4O$। এল্ডিহাইডের মধ্যে CHO চিহ্নক একটী পদার্থ থাকে, ইহাকে ইংরাজীতে এল্ডিহাইডের Class group কহে। এল্ডিহাইড্ অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইলে বিভিন্ন দ্রাবকে (Acids) পরিণত হয়, যথা $C_2H_4O+O=C_2H_4O_2$ (Acetic acid)। এল্ডিহাইড্ অপর পদার্থ হইতে সহজেই অক্সিজেন্ গ্রহণ করে বলিয়া ইহা একটী উৎকৃষ্ট অক্সিজেনগ্রাহক পদার্থ (Reducing agent) বলিয়া পরিচিত।

৪। **এসিড্ শ্রেণী** (Acids)।—প্রাইমারি এল্কহল্গুলি পূর্ণভাবে অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইলে বিভিন্ন অর্গানিক্ দ্রাবক (Organic acids) প্রস্তুত হইয়া থাকে। এই সকল দ্রাবকের মধ্যে এক বা ততোধিক COOH চিহ্নক পদার্থ (Class group) অবস্থিতি করে; ইংরাজীতে COOH চিহ্নক পদার্থকে কার্ব্বক্সিল্ শ্রেণী (Carboxyl group) কহে। যে সকল দ্রাবকের মধ্যে (যথা, এসিটিক্ এসিড্ CH_3COOH) একটী মাত্র কার্ব্বক্সিল্ শ্রেণী থাকে, তাহাদিগকে মনোবেসিক্ (Monobasic) এসিড্, দুইটী কার্ব্বক্সিল্ শ্রেণী থাকিলে (যথা, অক্জেলিক্ এসিড্ COOH. COOH) ডাইবেসিক্ এসিড্ ইত্যাদি কহে। এই সকল অর্গানিক্ এসিড্ ইংরাজীতে ফ্যাটি এসিড্ (Fatty Acids) নামেও পরিচিত, কারণ ইহাদিগের মধ্যে অনেকগুলিকে ফ্যাট্ (Fat) বা চর্ব্বির মধ্যে পাওয়া যায়। ইহাদিগের মধ্যে কতকগুলি

তরল (যেমন ফর্মিক্ এসিড্, এসিটিক্ এসিড্ ইত্যাদি), অপরগুলি (যেমন ষ্টিয়ারিক্, পামিটিক্ এসিড্ ইত্যাদি) কঠিন অবস্থায় প্রাপ্ত হওয়া যায়। এই সকল এসিড্ এল্কহলের সহিত মিলিত হইয়া এষ্টার্ (Esters) নামক লবণ প্রস্তুত করে।

৫। কীটোন্ শ্রেণী (Ketones)।—সেকেণ্ডারি এল্কহল্ অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইলে কীটোন্ (Ketone) নামক যৌগিক প্রস্তুত হয়। কীটোন্‌দিগের মধ্যে এসিটোন্ (Acetone) এই পুস্তকে বিশেষভাবে উল্লেখ যোগ্য। ইহা রোগবিশেষে মূত্রের সহিত নির্গত হয়। ইহা হইতে ক্লোরোফর্ম্, আইওডোফর্ম্ প্রভৃতি প্রয়োজনীয় ঔষধ প্রস্তুত হইয়া থাকে। কাঠের গুঁড়া রুদ্ধ পাত্রে রাখিয়া উত্তাপ সংযোগে চোয়াইলে (Destructive Distillation of wood) এসিটিক্ এসিড্, মিথিল্ এল্কহল্, ক্রিয়োজোট্ প্রভৃতি পদার্থের সহিত এসিটোন্‌ও নির্গত হইয়া আইসে। কীটোন্ যৌগিকদিগের মধ্যে CO চিহ্নকপদার্থ বিদ্যমান থাকে, ইহাই এই শ্রেণীর Class group। ক্যাল্‌সিয়ম্ বা বেরিয়ম্ এসিটেট্ অত্যধিক উত্তাপ সংযোগে বিশ্লিষ্ট হইয়া এসিটোন্ উৎপাদন করে।

৬। ঈথর্ শ্রেণী (Ethers)।—দুইটী হাইড্রো-কার্ব্বন্ রেডিকাল্ এক পরমাণু অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া এই শ্রেণীর যৌগিক প্রস্তুত হয়, যথা—মিথিল্ ঈথর্ CH_3CH_3O; ইথিল্ ঈথর্ $C_2H_5C_2H_5O$ ইত্যাদি। ইহারা বিভিন্ন এল্কহল্ হইতে উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ সংযোগে তাপ প্রয়োগ দ্বারা প্রস্তুত হইয়া থাকে। ধর্ম্ম সম্বন্ধে ইহারা এলকহল্ হইতে সম্পূর্ণ পৃথক্।

৭। হালয়েড্ যৌগিক শ্রেণী (Halloid derivatives)।—বিভিন্ন এল্কহলের সহিত হাইড্রোক্লোরিক্, হাইড্রোব্রোমিক্ বা হাইড্রিয়ডিক্ এসিড্ মিলিত হইয়া এই শ্রেণীর যৌগিক উৎপন্ন হয়। হাইড্রোকার্ব্বন্‌দিগের সহিত ক্লোরিণ্ বা ব্রোমিন্ মিলিত হইলেও এই সকল পদার্থ প্রস্তুত হইয়া থাকে, যথা—$CH_4+Cl_2=CH_3Cl+HCl$। ইথিল্ এল্কহলের সহিত হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ মিলিত হইলে হাইড্রোক্লোরিক্ এসিডের ক্লোরিণ্ এল্কহলের মধ্যস্থিত হাইডক্সিলের স্থান অধিকার করিয়া ইথিল্ ক্লোরাইড্ নামক যৌগিক ও জল উৎপাদন করে, যথা—$C_2H_5HO+HCl=C_2H_5Cl+H_2O$।

৮। এষ্টার্ শ্রেণী (Esters or Ethereal salts)।—কোন অর্গানিক্ বা ইনর্গানিক্ এসিড্ এল্‌কহলের সহিত মিলিত হইলে এই জাতীয় লবণ প্রস্তুত হয়। ইহাদিগের উদাহরণ পূর্ব্বেই প্রদত্ত হইয়াছে। ইহারা সুগন্ধ-যুক্ত, উদ্বায়ী (Volatile) তরল পদার্থ। ইহারা নানাবিধ ফলের মধ্যে অবস্থিতি করিয়া উহাদিগের সুগন্ধ উৎপাদন করে। অধুনা পরীক্ষাগারে এই সকল পদার্থ কৃত্রিম উপায়ে বহুল পরিমাণে প্রস্তুত হইতেছে। কষ্টিক পটাস্ বা সোডার দ্রাবণের সহিত মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে ইহাদিগের মধ্যস্থিত এসিড্ পৃথক্ হইয়া পটাস্ বা সোডার সহিত মিলিত হয় এবং এল্‌কহল্ পৃথক্ হইয়া পড়ে। এই ক্রিয়াকে ইংরাজীতে হাইড্রলিসিস্ (Hydrolysis) কহে। চর্ব্বির মধ্যে এইরূপ ক্রিয়া উপস্থিত হইলে উহাকে সাপনিফিকেসন্ (Saponification) কহে। চর্ব্বি (Fat) হইতে সাবান প্রস্তুতকরণ-প্রক্রিয়া হাইড্রলিসিস্ বা সাপনিফিকেসনের উত্তম উদাহরণ। গ্লিসেরিন্ নামক এল্‌ক-হলের সহিত ষ্টিয়ারিক্, ওলিক্, পামিটিক্ প্রভৃতি ফ্যাটি এসিড্ মিলিত হইয়া চর্ব্বি বা ফ্যাট্ (Fat) প্রস্তুত করে, সুতরাং ফ্যাট্ একটী এষ্টর্ (Ester)। ফ্যাটের সহিত কষ্টিক্ পটাস্ বা সোডার দ্রাবণ একত্রে মিশ্রিত করিয়া ফুটাইলে হাইড্রলিসিস্ বা সাপনিফিকেসন্ ক্রিয়া দ্বারা ফ্যাট্ বিশ্লিষ্ট হইয়া গ্লিসেরিন্ ও ফ্যাটি এসিড্গুলিতে পৃথক্ হইয়া পড়ে। ফ্যাটি এসিড্গুল পটাস্ বা সোডার সহিত মিলিত হইয়া নরম (Soft soap) বা কঠিন (Hard soap) সাবান প্রস্তুত করে এবং গ্লিসেরিন্ পৃথক্ হইয়া দ্রাবণ মধ্যে অবস্থিতি করে। এষ্টার্ গুলি জলের সহিত উত্তপ্ত হইলেও এল্‌কহল্ ও এসিডে পৃথক্ হইয়া পড়ে, কিন্তু শীঘ্র উহারা পুনর্মিলিত হয়।

৯। এমাইন্ শ্রেণী (Amines)।—এমোনিয়ার হাইড্রোজেনের স্থান এক বা ততোধিক হাইড্রো-কার্ব্বন্ রেডিকাল্ দ্বারা অধিকৃত হইয়া যে সকল যৌগিক প্রস্তুত হয়, তাহাদিগকে এমাইন্ কহে ; যথা—মিথিল্ এমাইন্ (Methyl-amine, NH_2CH_3, ইথিল্ এমাইন্ (Ethylamine $NH_2C_2H_5$), ইত্যাদি। ইহারা প্রাইমারি, সেকেণ্ডারি ও টার্সিয়ারি এই তিন শ্রেণীতে বিভক্ত। ইহাদিগের ধর্ম্ম অনেকটা এমোনিয়ার মত। ইহাদিগের মধ্যে 'NH_2' চিহ্নক Class group থাকে।

১০। **এমাইড্ শ্রেণী** (Amides)।—এমোনিয়ার হাইড্রোজেনের স্থান কোন এসিড্ রেডিকালের দ্বারা অধিকৃত হইলে এই শ্রেণীর যৌগিক প্রস্তুত হয়। এসিটামাইড্ (Acetamide, $C_2H_3O.NH_2$), ইউরিয়া বা কার্ব্বামাইড্ (Urea or Carbamide, $NH_2.NH_2CO$) প্রভৃতি এক একটী এমাইড্ যৌগিক। ইহাদিগের মধ্যে যে NH_2 চিহ্নক পদার্থ (Class group) থাকে, তাহাকে এমিডোজেন্ (Amidogen group) কহে।

১১। **কার্ব্বোহাইড্রেট্ শ্রেণী** (Carbohydrates)।—এই জাতীয় পদার্থ উদ্ভিদের মধ্যে অধিক পরিমাণে দেখিতে পাওয়া যায়। শ্বেতসার (Starch), শর্করা (Sugars), সেলিউলোজ্ (Cellulose), গঁদ (Gum) প্রভৃতি বিভিন্ন জাতীয় পদার্থ উদ্ভিজ্জ কার্ব্বোহাইড্রেটের অন্তর্গত। জীব দেহের মধ্যেও কতিপয় কার্ব্বোহাইড্রেট্ অবস্থিতি করে। যকৃতের মধ্যস্থিত গ্লাইকোজেন্ (Glycogen) নামক পদার্থ এবং দুগ্ধের অন্যতর উপাদান দুগ্ধ-শর্করা (Milk-sugar) ইহার উত্তম উদাহরণ স্থল। ইহারা সাধারণতঃ মনো-সাকারাইড্ (Mono-saccharide), ডাই-সাকারাইড্ (Di-saccharide) এবং পলি-সাকারাইড (Poly-saccharide) নামক তিনটী শ্রেণীতে বিভক্ত হইয়া থাকে। দ্রাক্ষা-শর্করা, ফল-শর্করা প্রভৃতি এক একটী মনো-সাকারাইড্; ইক্ষু-শর্করা, দুগ্ধ-শর্করা, যব-শর্করা প্রভৃতি এক একটী ডাই-সাকারাইড্ এবং শ্বেতসার, সেলিউলোজ্ প্রভৃতি পদার্থ এক একটী পলি-সাকারাইড্। শর্করা-জাতীয় পদার্থ জলে সহজে দ্রবণীয় কিন্তু শ্বেতসার, সেলিউলোজ্ প্রভৃতি পদার্থ জলে দ্রবণীয় নহে। শ্বেতসার উষ্ণ জলে দ্রব হইয়া এক প্রকার আঠাল মণ্ড প্রস্তুত করে। ইহাদিগের মধ্যে ৬ অথবা ৬এর গুণিতক (Multiple) যে কোন সংখ্যক কার্ব্বনের পরমাণু বিদ্যমান থাকে, যথা—দ্রাক্ষা-শর্করা $C_6H_{12}O_6$, ইক্ষু-শর্করা $C_{12}H_{22}O_{11}$। ইহাদিগের মধ্যস্থিত হাইড্রোজেন্ ও অক্সিজেন্, জলের মধ্যে উহারা যে পরিমাণে মিলিত থাকে, সেই পরিমাণে অবস্থিতি করে অর্থাৎ প্রত্যেক দুই পরমাণু হাইড্রোজেনের সহিত এক পরমাণু অক্সিজেন্ মিলিত থাকিতে দেখা যায়।

১২। **গ্লুকোসাইড্ শ্রেণী** (Glucosides)।—এই সকল পদার্থ উদ্ভিদ্ হইতে প্রাপ্ত হওয়া যায়। সালিসিন্ (Salicin), ডিজিটালিন্ (Digitalin) প্রভৃতি পদার্থ এক একটী গ্লুকোসাইড্। ইহারা জল-মিশ্রিত

ইনর্গানিক্‌ দ্রাবকের সহিত উত্তপ্ত হইলে বিশ্লিষ্ট হইয়া গ্লুকোজ্‌ (Glucose) নামক শর্করা উৎপাদন করে। এই জাতীয় কতিপয় পদার্থ ঔষধের জন্য ব্যবহৃত হয়। কতিপয় গ্লুকোসাইড্‌ বিষধর্ম্মাক্রান্ত।

এল্‌বিউমিনয়েড্‌ বা প্রোটীন্‌ শ্রেণী (Albuminoids or Proteins)।—এই জাতীয় পদার্থের মধ্যে কার্ব্বন্‌, হাইড্রোজেন্‌, নাইট্রোজেন্‌, অক্সিজেন্‌ ও গন্ধক বিদ্যমান থাকে। ইহারা জলের সহিত মিশ্রিত থাকিলে সহজেই বিকৃত (Decomposed) হইয়া যায়। ইহাদিগকে দানাযুক্ত (Crystalline) অবস্থায় দেখিতে পাওয়া যায় না। ইহারা জীবদেহের বিবিধ উপাদান ও তন্তুর (Tissues) মধ্যে এবং উদ্ভিদের কোষের (Cell) মধ্যে অবস্থিতি করে। ডিম্বের শ্বেতাংশ, রক্তের মধ্যস্থিত সিরাম্‌ এল্‌বিউমিন্‌ (Serum albumin), মাংসের মধ্যস্থিত মায়োসিন্‌ (Myoscin), দালের মধ্যস্থিত লেগুমিন্‌ (Legumin), দুগ্ধের মধ্যস্থিত কেজিন্‌ (Casein), গমের মধ্যস্থিত গ্লুটেন্‌ (Gluten) প্রভৃতি এক একটী প্রোটীন্‌ পদার্থ।

১৪। এল্কালয়েড্‌ শ্রেণী (Alkaloids)।—ইহারা এক একটী অর্গানিক্‌ বেস্‌ (Organic base); এমোনিয়ার ন্যায় বিভিন্ন দ্রাবকের সহিত মিলিত হইয়া নানাবিধ লবণ প্রস্তুত করে। উদ্ভিজ্জগতে ইহারা সাধারণতঃ উৎপন্ন হইয়া থাকে। অহিফেন হইতে মর্ফিন্‌, কুঁচলা বীচ হইতে ষ্টিক্‌নিন্‌ ও ব্রুসিন্‌, বেলেডোনার পাতা হইতে এট্রোপিন্‌, কফি বীজ হইতে কেফিন্‌, একোনাইটের শিকড় হইতে একোনিটিন্‌, সিঙ্কোনা বৃক্ষের ছাল হইতে কুইনিন্‌ প্রভৃতি বিবিধ এল্কালয়েড্‌ প্রস্তুত হইয়া থাকে। ইহাদিগকে আমরা উদ্ভিজ্জ উপক্ষার (Vagetable alkaloids) বলিব, কারণ ইহারা ঈষৎ ক্ষার-প্রতিক্রিয়া সম্পন্ন (Alkaline) এবং এইজন্য ইহাদিগের নাম এল্‌কালয়েড্‌ (Alkaloid) হইয়াছে। ইহারা প্রায় আস্বাদনে তিক্ত। ইহাদিগের মধ্যে অনেকগুলি বিষধর্ম্মাক্রান্ত (Poisonous) হইলেও অল্প মাত্রায় ঔষধরূপে ব্যবহৃত হয়। ইহাদিগের প্রকৃতি অনেকাংশে টার্সিয়ারি এমাইন্সের (Tertiary amines) অনুরূপ। জীবদেহের উপাদানের মধ্যে সময়ে সময়ে এক প্রকার বিষাক্ত এল্কালয়েড উৎপন্ন হইতে দেখা যায়; ইংরাজীতে ইহাদিগকে টোমেন্‌ (Ptomaines) কহে।

দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ।

—):•:(—

এল্‌কহল্ (Alcohols)।

সুরা-সার (Ethyl Alcohol, C_2H_5OH)

দ্রাক্ষা-শর্করা (Grape sugar) হইতে উৎসেচন-প্রক্রিয়া (Fermentation) দ্বারা সুরা উৎপন্ন হইয়া থাকে; এই উৎসেচন সাধারণতঃ সুরোৎসেচন (Vinous fermentation) নামে অভিহিত। যব অঙ্কুরিত হইলে তন্মধ্যে ডায়াষ্টেজ্ নামক এক প্রকার কিণ্ব পদার্থ (Ferment) উৎপন্ন হয়। ইহা দ্বারা যবের মধ্যস্থিত শ্বেতসার মল্ট্ সুগার্ নামক এক প্রকার শর্করায় পরিণত হয় এবং উহার উৎসেচন দ্বারাও সুরা উৎপন্ন হয়। ঈষ্ট্ (Yeast) নামক এক প্রকার নিম্নতম শ্রেণীর উদ্ভিজ্জ পদার্থ দ্বারা দ্রাক্ষা-শর্করায় এই ক্রিয়া সাধিত হয় এবং ইহার ফল স্বরূপ দ্রাক্ষা-শর্করা, কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ ও সুরায় পরিণত হয়। সুরোৎসেচনব্যতীত অন্য নানাবিধ পদার্থে ভিন্ন প্রকার উৎসেচন হইয়া থাকে। দুগ্ধের মধ্যে উৎসেচন উপস্থিত হইলে উহা "ছিঁড়িয়া" যায়; এই উৎসেচন ল্যাক্‌টিক্ এসিড্ উৎসেচন (Lactic acid fermentation) নামে পরিচিত। এইরূপে সুরার ক্ষীণ দ্রাবণ মধ্যে উৎসেচন উপস্থিত হইয়া উহাকে এসিটিক্ এসিডে পরিণত করে; ইহাকে এসিটিক্ এসিড্ উৎসেচন (Acetic acid fermentation) কহে। সকল প্রকার উৎসেচনই ভিন্ন ভিন্ন নিম্নতম শ্রেণীর উদ্ভিজ্জ পদার্থ দ্বারা সংসাধিত হয়।

যে সকল পদার্থ উৎসেচন-ক্রিয়া উৎপাদন করে, তাহাদিগকে কিণ্ব পদার্থ (Ferment) কহে। ইহাদিগের মধ্যে কতকগুলি জীবিত (যেমন ঈষ্ট্ প্রভৃতি), অপরগুলি উদ্ভিজ্জ বা প্রাণিজ পদার্থ হইলেও জীবিত পদার্থ নহে (যেমন ডায়াষ্টেজ্, পেপ্সিন্ ইত্যাদি)। ইহারা পদার্থ-বিশেষের সহিত মিলিত হইলে তন্মধ্যে উৎসেচন-ক্রিয়া উৎপন্ন হইয়া উক্ত পদার্থ বিশ্লিষ্ট হয় এবং ভিন্নধর্ম্ম-বিশিষ্ট বিভিন্ন পদার্থ উৎপাদন করে।

যব, তণ্ডুল, আলু প্রভৃতি যে সকল পদার্থে শ্বেত-সার (Starch) আছে, তাহারা জলের সহিত মিশ্রিত হইলে ডায়াষ্টেজ্‌ (Diastase) নামক কিণ্ব পদার্থ সংযোগে তন্মধ্যে উৎসেচন ক্রিয়া উপস্থিত হইয়া দ্রাক্ষা-শর্করার ন্যায় এক প্রকার শর্করা (Dextrose) উৎপন্ন হয়। এই দ্রাক্ষা-শর্করা মিশ্রিত দ্রাবণে ঈষ্ট্‌ যোগ করিলে অথবা বায়ু-মধ্যে উহা কিছুক্ষণ থাকিলে (বায়ু মধ্যে ঈষ্ট্‌ ভাসমান থাকে) তন্মধ্যে উৎসেচন-ক্রিয়া উপস্থিত হয় এবং উপাদান ভেদে বিভিন্ন প্রকারের আসব (Wine) প্রস্তুত হইয়া থাকে। আসবকে চোয়াইলে যে জল-মিশ্রিত সুরা নির্গত হয়, তাহাকে উগ্র-সুরা (Ardent spirit) কহে। তণ্ডুলোৎপন্ন আসব হইতে যে উগ্র-সুরা প্রস্তুত হয়, তাহাকে আরক্‌ (Arack) কহে, এ দেশে ইহা "ধেনো মদ" নামে পরিচিত। তাড়ি চোলাই করিলে যে উগ্র-সুরা উৎপন্ন হয়, তাহাকেও "আরক্‌" কহে। এইরূপে অঙ্কুরিত যব হইতে হুইস্কি (Whisky), গুড় হইতে রম্‌ (Rum), যব ও জুনিপার্‌ ফল (Juniper) হইতে জিন্‌ (Gin) এবং দ্রাক্ষা (Grapes) হইতে ব্রাণ্ডি (Brandy) প্রস্তুত হইয়া থাকে। বিহার প্রদেশে মহুয়া ফল হইতে মহুয়া মদ প্রস্তুত হয়।

গুড় বা ইক্ষু-শর্করা বিশুদ্ধ ঈষ্ট্‌ সংযোগে উৎসেচিত হইয়া এল্‌কহল্‌ উৎপাদন করে না। অবিশুদ্ধ ঈষ্টের মধ্যে অন্য এক প্রকার উৎসেচক পদার্থ বিদ্যমান থাকে। উহা প্রথমতঃ ইক্ষুশর্করাকে দ্রাক্ষা-শর্করায় পরিণত করে; পরে ঈষ্ট্‌ সংযোগে উহা এল্‌কহলে পরিণত হয়। ইক্ষু-শর্করা জলমিশ্রিত সল্‌ফিউরিক্‌ বা হাইড্রোক্লোরিক্‌ এসিডের দ্রাবণ সংযোগে উত্তপ্ত হইলে উহা দ্রাক্ষা-শর্করা ও ফল-শর্করায় পরিণত হয়; পরে উহাতে ঈষ্ট্‌ সংযোগ করিলে এল্‌কহল্‌ উৎপন্ন হয়।

উগ্র-সুরা বারম্বার চোয়াইলে যে তরল পদার্থ নির্গত হয়, তাহাতে শতকরা ৯০ ভাগ নির্জ্জল সুরা-সার (Absolute alcohol) এবং ১০ ভাগ জল থাকে; ইহাই শোধিত-সুরা (Rectified spirit) নামে পরিচিত।

শোধিত-সুরাকে যতবারই চোলাই করা যাউক না কেন, উহা হইতে সমস্ত জল একেবারে পৃথক্‌ করা যায় না; বহুবার চোলাই করণের পরেও চোয়ান পদার্থে কিয়ৎপরিমাণ জল থাকিয়া যায়। শোধিত-সুরা হইতে জলীয় ভাগ একেবারে দূর করিতে হইলে উহার সহিত কার্ব্বনেট্‌ অফ্‌ পটাশ্‌ ও ক্লোরাইড্‌

অক্‌্ ক্যাল্‌সিয়ম্‌ নামক জল-শোষক পদার্থ মিশ্রিত করিয়া পুনরায় চোলাই করিতে হয় এবং এই উপায়ে নির্জ্জল সুরা-সার (Absolute alcohol) প্রস্তুত হইয়া থাকে।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম—নির্জ্জল সুরা-সার বর্ণহীন, অতি তরল ও উদ্বেয় পদার্থ; ইহার গন্ধ উগ্র অথচ মিষ্ট এবং ইহা আস্বাদনে তীব্র। জলের সহিত তুলনায় O°C তাপ-মাত্রায় ইহার আপেক্ষিক গুরুত্ব (Specific gravity) ·৮০৬২৫; জলের আপেক্ষিক গুরুত্ব ১ অঙ্ক দ্বারা নির্দ্দিষ্ট হইয়া থাকে।

ইতিপূর্ব্বে কোন উপায়েই সুরাকে কঠিন অবস্থায় পরিণত করিতে পারা যায় নাই, কিন্তু সম্প্রতি অত্যধিক শৈত্য সংযোগে (-১৩০·৫°C) ইহা তরল হইতে কঠিন অবস্থায় আনীত হইয়াছে। ইহা ৭৮·৪°C তাপ-মাত্রায় ফুটিতে থাকে।

সুরা অতি সহজ-দাহ্য পদার্থ অগ্নি সংযোগে ঈষৎ হরিদ্রাবর্ণ অদৃশ্যপ্রায় শিখা বিস্তার করিয়া জ্বলিতে থাকে; এই শিখার উপর একখণ্ড কাচ ধারণ করিলে উহাতে "ভূষা" পড়ে না। ইহা একটী প্রধান জলশোষক পদার্থ; সহজেই জলের সহিত যে কোন পরিমাণে মিলিত হয়। বৃক্ষ-নির্য্যাস (Resins), উদ্ভিজ্জ-উপক্ষার (Alkaloids), গন্ধোৎপাদক তৈল (Essential oils), নানাবিধ লবণ ও কতিপয় গ্যাস্‌ সুরা-সারে সহজেই দ্রব হয়। সুরা অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইলে প্রথমতঃ এল্‌ডিহাইড্‌ (Aldehyde) নামক পদার্থে এবং পরে এসিটিক্‌ এসিডে পরিণত হয়।

শোধিত-সুরার স্বরূপ ও ধর্ম্ম প্রায় নির্জ্জল সুরা-সারের অনুরূপ।

ইতিপূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে যে নির্জ্জল সুরা-সারের আপেক্ষিক গুরুত্ব ·৮০৬২৫, কিন্তু উহার সহিত জল মিশ্রিত থাকিলে জলের পরিমাণ অনুসারে আপেক্ষিক গুরুত্বের ন্যূনাধিক্য হইয়া থাকে; জলের পরিমাণ অধিক হইলে আপেক্ষিক গুরুত্বের আধিক্য হয়। আপেক্ষিক গুরুত্ব নির্ণীত হইয়া সুরা-মিশ্রিত পদার্থে নির্জ্জল সুরা-সারের পরিমাণ নিরূপিত হইয়া থাকে। হাইড্রমিটার্‌ (Hydrometer) নামক যন্ত্র দ্বারা এই আপেক্ষিক গুরুত্ব নির্ণীত হয়। এই যন্ত্রটী কাচ-নির্ম্মিত ও ইহার নিম্ন প্রদেশ বর্ত্তুলাকার; বর্ত্তুলের উপরিভাগে একটী কাচদণ্ড সংযুক্ত থাকে। এই দণ্ডের উপর ১ হইতে নিম্নতর কতকগুলি দশমিক সংখ্যা অঙ্কিত থাকে। বর্ত্তুলটীর কিয়দংশ পারদ দ্বারা পূর্ণ থাকে।

এই যন্ত্রটী সুরার ন্যায় জল অপেক্ষা লঘু কোন তরল পদার্থের মধ্যে ছাড়িয়া দিলে বর্ত্তুলটী ডুবিয়া যায় কিন্তু দণ্ডের কিয়দংশ লম্বমানভাবে ভাসিতে থাকে। দণ্ডের যে অঙ্কে উক্ত তরল পদার্থের উপরিভাগ স্পৃষ্ট হয়, তাহাই উহার আপেক্ষিক গুরুত্ব বলিয়া নির্দ্দিষ্ট হইয়া থাকে।

সুরার সহিত জল মিশ্রিত থাকিলে উহার আপেক্ষিক গুরুত্বের প্রভেদে তন্মধ্যে সুরা-সারের পরিমাণের প্রভেদ হইয়া থাকে; ইহা পরীক্ষা দ্বারা নির্ণীত হইয়া একটী তালিকা প্রস্তুত হইয়াছে। হাইড্রমিটার্ যন্ত্র দ্বারা সুরা-মিশ্রিত দ্রাবণের আপেক্ষিক গুরুত্ব নির্ণীত হয় এবং তালিকানির্দ্দিষ্ট সংখ্যা দ্বারা তন্মধ্যে কত নির্জ্জল সুরা-সার আছে, তাহার পরিমাণ অবগত হইতে পারা যায়।

হাইড্রমিটার্ ব্যতীত আপেক্ষিক গুরুত্ব নিরূপণের জন্য আর এক প্রকার যন্ত্র ব্যবহৃত হয়; তাহা স্পেসিফিক্ গ্র্যাভিটি বটল্ (Specific gravity bottle) নামে অভিহিত। এই সকল বোতলে সচরাচর ১৫·৫°C তাপ-মাত্রা-ভুক্ত ২৫, ৫০ বা ১০০ ঘন সেণ্টিমিটার্ (Cubic centimeter) জল ধরে। ইহাদিগের গঠন কাচ-কূপীর ন্যায়। যে তরল পদার্থে কত পরিমাণ নির্জ্জল সুরা-সার আছে নির্দ্দেশ করিতে হইবে, তাহাকে বরফ সংযোগে ১৫·৫°C তাপ-মাত্রায় শীতল করিয়া উক্ত বোতলের মধ্যে নির্দ্দিষ্ট দাগ পর্য্যন্ত ঢালিয়া দিয়া কাচের ছিপি বন্ধ করিয়া দিতে হইবে। কিয়ৎক্ষণ পরে ঐ বোতল ওজন করিয়া উক্ত ওজন লিখিয়া রাখিতে হইবে। পরে ঐ পরিমাণ চোলাই করা জল (Distilled water) ১৫·৫°C তাপ-মাত্রায় শীতল করিয়া ঐ বোতলের মধ্যে রাখিয়া ওজন করিতে হইবে এবং জলের ওজনের সংখ্যা দ্বারা পূর্ব্বোক্ত সুরা-সারের ওজনের সংখ্যাকে ভাগ করিলে যে ভাগফল হইবে, তাহাই উক্ত পরীক্ষাধীন সুরা-সার-মিশ্রিত তরল পদার্থের আপেক্ষিক গুরুত্ব। এক্ষণে ঐ আপেক্ষিক গুরুত্বের সংখ্যা তালিকার সহিত মিলাইয়া লইলে উক্ত পদার্থের মধ্যে কত সুরা-সার আছে, তাহা সহজেই স্থির করা যাইবে।

গভর্ণমেণ্ট্ কর্ত্তৃক আসব, উগ্র-সুরা ও সুরা-মিশ্রিত অন্যান্য পদার্থের উপর শুল্ক (Duty) স্থাপিত আছে; নির্জ্জল সুরা-সারের পরিমাণ অনুসারে এই শুল্ক কম বেশী হইয়া থাকে। আবকারী বিভাগে প্রুফ্ স্পিরিট্ (Proof spirit) নামক যে জল-মিশ্রিত সুরা-দ্রাবণ শুল্ক নির্দ্ধারণের নিমিত্ত আদর্শ মাপরূপে গৃহীত

হয়, তাহাতে শতকরা ৫০·৮ ভাগ ওজনের নির্জ্জল সুরা-সার ও ৪৯·২ ভাগ ওজনে জল থাকে। সুরা-মিশ্রিত যে কোন পদার্থে কত ভাগ প্রুফ্ স্পিরিট্ আছে, তাহাই নির্ণয় করিয়া উহার উপর শুল্ক স্থাপন করা হয়। প্রুফ্ স্পিরিটে যে পরিমাণ নির্জ্জল সুরা-সার থাকে, পরীক্ষাধীন পদার্থে তদপেক্ষা ন্যূন পরিমাণ নির্জ্জল সুরা-সার থাকিলে উহা অণ্ডর্-প্রুফ্ (Under-proof) এবং অধিক পরিমাণ থাকিলে উক্ত পদার্থ ওভর্-প্রুফ্ (Over-proof) নামে অভিহিত হয়।

সুরার সহিত নানাবিধ বৃক্ষ-নির্য্যাস মিশ্রিত হইয়া ভার্নিস (Varnish) প্রভৃতি শিল্প-ব্যবহার্য্য পদার্থ প্রস্তুত হয়। মদ্য এবং সুরা-মিশ্রিত অপরাপর ঔষধের ন্যায় ভার্নিস্ প্রভৃতি পদার্থের উপর শুল্ক স্থাপিত হইলে উহারা এত মহার্ঘ হইত যে সাধারণের পক্ষে দুষ্প্রাপ্য হইয়া উঠিত। একারণ গভর্ণমেণ্টের আদেশে মিথিলেটেড্ স্পিরিট্ (Methylated spirit) নামক শুল্করহিত এক প্রকার সুরা শিল্পকার্য্যে ব্যবহারের নিমিত্ত অল্প দামে বাজারে বিক্রীত হয়। ইহা শোধিত-সুরা ও মিথিল্ এল্‌কহল্ (Methyl alcohol or Wood spirit) নামক অপর এক প্রকার সুরার মিশ্রণে উৎপন্ন। মিথিল্ এল্‌কহল্ দুর্গন্ধযুক্ত; শোধিত-সুরা শিল্পকার্য্যের নিমিত্ত অবাধে বিক্রীত হইলে পাছে লোকে পানার্থে উহা ব্যবহার করে, এই জন্য উহার সহিত দুর্গন্ধযুক্ত মিথিল্ এল্‌কহল্ মিশ্রিত করিয়া উহাকে পানের অনুপযোগী করা হয়, অথচ এরূপ মিশ্রণে শিল্পকার্য্যে উহাদিগের ব্যবহারের কোনরূপ প্রতিবন্ধকতা সাধিত হয় না। এদেশে মিথিল্ এল্‌কহলের পরিবর্ত্তে কাউচিসিন্ (Caoutchicine) নামক দুর্গন্ধযুক্ত তরল পদার্থ ব্যবহৃত হইয়া থাকে। রবর্ (India rubber) উত্তাপ-সংযোগে চোয়ান হইলে এই পদার্থ নির্গত হয়।

পূর্ব্বে যে আসবের বিষয় উল্লেখ করা গিয়াছে তন্মধ্যে শেরি, শ্যাম্পেন্, পোর্ট্ ও ক্ল্যারেট্ ঔষধ ও পান এই উভয়বিধ উদ্দেশ্যে ব্যবহৃত হয়। পোর্টে শতকরা ১৫ হইতে ২০, শেরিতে ১৬, ক্ল্যারেটে ৯ এবং শ্যাম্পেনে ১০ হইতে ১৩ ভাগ নির্জ্জল সুরা-সার বিদ্যমান থাকে। শেরি এবং অরেঞ্জ্ ওয়াইন্ নামক আর এক প্রকার আসব ফার্ম্মাকোপিয়ার "ওয়াইন্" নামক ঔষধগুলি প্রস্তুত করিবার নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়।

উগ্র-সুরার (Ardent spirit) মধ্যে প্রধানতঃ ব্রাণ্ডি (Brandy),

হুইস্কি (Whisky), জিন্‌ (Gin) ও রম্‌ (Rum) ঔষধ ও পানার্থে ব্যবহৃত হয়। ব্রাণ্ডি, রম্‌, জিন্‌ এবং হুইস্কিতে শতকরা ৪০ হইতে ৫০ পর্য্যন্ত নির্জ্জল সুরা-সার বিদ্যমান থাকে।

আসব ও উগ্র-সুরা ব্যতীত মল্ট্‌লিকার্‌ (Malt liquor) নামক যব হইতে উৎপন্ন অপর এক প্রকার উৎসেচিত পদার্থ সচরাচর পানার্থ ব্যবহৃত হয়। যব হইতে অঙ্কুর নির্গত হইলে উহা জলে সিদ্ধ করিয়া অনাবৃত অবস্থায় রাখিলে উক্ত পদার্থে সুরোৎসেচন-ক্রিয়া উপস্থিত হইয়া সুরা উৎপন্ন হয়। এল্‌ (Ale), বিয়ার (Beer) ও পোর্টার্‌ (Porter) এক একটী মল্ট্‌লিকার্‌। এই ত্রিবিধ পদার্থই অঙ্কুরিত যব হইতে প্রস্তুত হইয়া থাকে, কেবল প্রস্তুত-করণ-প্রণালীভেদে ইহাদিগের বর্ণ বিভিন্ন হয়। বিয়ারে শতকরা ৪ বা ৫ ভাগ নির্জ্জল সুরা-সার থাকে এবং উহার সহিত হপ্‌ (Hop) মিশ্রিত করা হয় বলিয়া উহা আস্বাদনে তিক্ত। মল্ট্‌লিকার্‌ সমূহ বোতলে পুরিবার পরেও উহাদিগের মধ্যে উৎসেচন-ক্রিয়া সাধিত হয়, সুতরাং বোতলের মধ্যে কার্ব্বনিক্‌ এসিড্‌ গ্যাস্‌ উৎপন্ন হয়; এজন্য বিয়ারের বোতল খুলিলে অত্যন্ত ফেনা বাহির হইয়া থাকে।

আমাদিগের দেশে তাল ও খেজুর রস উৎসেচিত করিয়া "তাড়ি" নামক মাদক দ্রব্য প্রস্তুত হয়; ইহা ইতর লোকে প্রচুর পরিমাণে পান করিয়া থাকে। মহুয়া বৃক্ষের ফুল হইতে "মহুয়া মদ" নামক এক প্রকার উগ্র-সুরা প্রস্তুত হয়, ইহাও পানার্থে যথেষ্ট পরিমাণে ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

সুরা-সারের সহিত সোডিয়ম্‌ ডাইক্রোমেট্‌ ও উগ্র সল্‌ফিউরিক্‌ এসিড্‌ মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে এসিটাল্ডিহাইড্‌ (Acetaldehyde) নামক সুগন্ধযুক্ত পদার্থ বাষ্পাকারে নির্গত হইয়া আসে। ইহা একটী বর্ণহীন তরল পদার্থ, জলে দ্রবণীয় এবং অন্য পদার্থ হইতে সহজে অক্সিজেন্‌ আকর্ষণ করিয়া লয়; এজন্য ইহা একটী উৎকৃষ্ট অক্সিজেন্‌-গ্রাহক পদার্থ (Reducing agent)। ইহা অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইলে এসিটিক্‌ এসিড্‌ প্রস্তুত হয়। এমোনিয়া, হাইড্রোসায়ানিক্‌ এসিড্‌ প্রভৃতি কতিপয় যৌগিকের সহিত ইহা সরাসরি(Directly) মিলিত হইয়া এডিটিভ্‌ যৌগিক প্রস্তুত করে। সিল্‌ভার নাইট্রেটের সহিত এমোনিয়া ও এই পদার্থ একত্রে উত্তপ্ত হইলে উজ্জ্বল ধাতব রৌপ্য অধঃস্থ হয়।

এল্‌কহলের স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

১। মলিব্‌ডিক্ এসিড্ (Molybdic acid) ও উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ একখানি ঘড়ির কাচের (Watch glass) উপর একত্রে মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করতঃ উহাতে সুরা-মিশ্রিত দ্রাবণ যোগ করিলে উহা নীলবর্ণ ধারণ করে।

২। সুরা-মিশ্রিত দ্রাবণে আইওডিনের দানা ও কষ্টিক্ পটাশ্ বা সোডা যোগ করিয়া ঈষৎ উত্তাপ সংযোগে হরিদ্রাবর্ণ দানা-বিশিষ্ট আইওডোফর্‌ম্ (Iodoform) নামক পদার্থ অধঃস্থ হয়।

৩। এল্‌কহল্ এসিটিক্ এসিডের সহিত উত্তপ্ত হইলে সুগন্ধযুক্ত ইথিল্ এসিটেট্ (Ethyl Acetate) উৎপন্ন হয়। ইহার অপর নাম এসিটিক্ ইথর্ (Acetic ether)।

মিথিল্ এল্‌কহল্ (Methyl Alcohol, CH_3OH)

রুদ্ধ-পাত্রের মধ্যে উত্তাপ সংযোগে কাঠ চোয়াইলে (Destructive distillation of wood) অন্যান্য পদার্থের সহিত ইহা নির্গত হয়, এজন্য ইহা উড্ স্পিরিট্ (Wood spirit) নামে অভিহিত।

ইহা বর্ণহীন, উদ্বেয়, তীব্রগন্ধযুক্ত তরল পদার্থ; ইহা সুরার ন্যায় দাহ্য ও জলে দ্রবণীয়। পূর্ব্বে যে মিথিলেটেড্ স্পিরিটের (Methylated spirit) বিষয় বর্ণিত হইয়াছে, তাহা ৯০ ভাগ শোধিত-সুরা ১০ ভাগ মিথিল্ এল্‌কহল্ এবং অল্প পরিমাণ পেট্রোলিয়ম্ একত্রে মিশ্রিত করিয়া প্রস্তুত হইয়া থাকে।

মিথিল্ এল্‌কহল্ অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইলে প্রথমতঃ ফর্ম্মাল্ডিহাইড্ (Formaldehyde) নামক তরল পদার্থ প্রস্তুত করে। মিথিল্ এল্‌কহলের বাষ্প লোহিতোত্তপ্ত প্লাটিনম্ চূর্ণের (Spongy platinum) উপর দিয়া প্রবাহিত হইলে এই পদার্থ বাষ্পাকারে উৎপন্ন হয়। ইহার জলমিশ্রিত দ্রাবণ ফর্ম্মালিন্ (Formalin) নামে পরিচিত; ইহাতে শতকরা ৪০ ভাগ ফর্ম্মাল্ডিহাইড্ থাকে। ইহা উৎকৃষ্ট পচন-নিবারক পদার্থ। সংক্রামক রোগের বীজ নাশের জন্য এবং পরীক্ষাগারে স্পেসিমেন্ (Specimen) কঠিন করিবার জন্য ইহা ব্যবহৃত হয়। ফর্ম্মাল্ডিহাইড্ অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া ফর্মিক্ এসিড্ (Formic acid) উৎপাদন করে।

এমিল্ এল্‌কহল্ (Amyl Alcohol, $C_5H_{11}OH$)

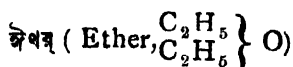
আলু হইতে উৎসেচন প্রক্রিয়া দ্বারা যে সুরা প্রস্তুত হইয়া থাকে, তন্মধ্যে এই পদার্থ অধিক পরিমাণে বিদ্যমান থাকে। ইহা সাধারণতঃ ফিউসেল্ অয়েল্ (Fusel oil) নামে পরিচিত। ইহা বর্ণহীন, তীব্র গন্ধযুক্ত তৈলবৎ তরল পদার্থ; ইহা এল্‌কহল্ ও ঈথরের সহিত সহজেই মিশ্রিত হয় কিন্তু জলের সহিত সামান্য পরিমাণে মিশ্রিত হইয়া থাকে। উত্তাপ প্রয়োগে ইহা উড়িয়া যায়। ইহা একটী বিষাক্ত পদার্থ। পূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে যে হুইস্কি প্রভৃতি কতকগুলি মদ্যের মধ্যে ইহা অল্লাধিক পরিমাণে অবস্থিতি করে; এরূপ মদ্য অধিক দিন পান করিলে শরীরে বিষ লক্ষণ প্রকাশ পায় এবং স্বাস্থ্যের হানি হয়।

মর্ফিন্ প্রভৃতি কতিপয় উদ্ভিজ্জ-উপক্ষার এমিল্ এল্‌কহলে দ্রবণীয়, এজন্য অহিফেন দ্বারা বিষাক্ত হইলে পাকস্থলী হইতে মর্ফিন্ পৃথক্ করিবার নিমিত্ত এই পদার্থ ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

তৃতীয় পরিচ্ছেদ।

—:*:—

ইথিল্ এল্‌কহল্ হইতে উৎপন্ন কতিপয় পদার্থ।

ঈথর্ (Ether, $\left.\begin{matrix}C_2H_5\\C_2H_5\end{matrix}\right\}O$)

ইথিল এল্‌কহল্ এবং উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ একত্রে মিশ্রিত করিয়া ১৪০°C তাপ-মাত্রায় উত্তপ্ত করিয়া চোয়াইলে ঈথর্ প্রস্তুত হয়। এই প্রক্রিয়াতে প্রথমতঃ সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ এল্‌কহলের সহিত মিলিত হইয়া ইথিল্ হাইড্রোজেন্ সল্‌ফেট্ বা সল্‌ফোভাইনিক্ এসিড্ (Sulphovinic acid) ও জল প্রস্তুত করে। পরে প্রথমোক্ত পদার্থ অপর এক অণু এল্‌কহলের সহিত মিলিত হইয়া ঈথর্ ও সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ উৎপাদন করে ; সুতরাং যে পরিমাণ সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ প্রথমে গৃহীত হয়, তাহাদ্বারাই ক্রমাগত ঈথর্ প্রস্তুতকরণ চলিতে থাকে ; কেবল এল্‌কহল্ নূতন করিয়া যোগ করিতে হয়। এই পদার্থ প্রস্তুত করিবার জন্য এল্‌কহলের পরিমাণ অধিক থাকা কর্ত্তব্য।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—ঈথর্ বর্ণহীন, অতি তরল ও উদ্বেয় পদার্থ; অনাবৃত অবস্থায় থাকিলে অতি শীঘ্র উড়িয়া যায়। ইহা মিষ্ট অথচ তীব্র গন্ধ ও আস্বাদন-বিশিষ্ট। অত্যধিক শৈত্য সংযোগে (-১২৯°C) ইহা কঠিন হইয়া যায়। ইহা জলের সহিত মিশ্রিত হয় না ও জল অপেক্ষা লঘু। জলের সহিত আলোড়িত হইলে ঈথর্ উপরিভাগে স্তররূপে ভাসিতে থাকে এবং ঢালন বা অন্য উপায়ে ইহাকে জল হইতে পৃথক্ করিতে পারা যায়। ঈথর্ ৩৪·৫°C তাপ-মাত্রায় ফুটিতে থাকে। ইহা সল্‌ফিউরিক্ ঈথর্ নামেও পরিচিত।

ঈথর্ অতি সহজ-দাহ্য পদার্থ, একারণ ইহাকে অগ্নি সন্নিধানে অনাবৃত অবস্থায় রাখা উচিত নহে। ঈথরের বাষ্প বায়ুর সহিত মিশ্রিত হইলে একটী স্ফোটন-শীল মিশ্র-গ্যাস্ উৎপন্ন হয়।

প্রায় সকল তৈলই ঈথরে দ্রবণীয় ; এতদ্ব্যতীত অধিকাংশ বৃক্ষ-নির্য্যাস ও

উদ্ভিজ্জ-উপক্ষার ঈথরে দ্রব হয়। আইওডিন্, ব্রোমিন্, ফস্‌ফরস্ প্রভৃতি কতিপয় অধাতু-মূল-পদার্থও ঈথরে দ্রব হইয়া থাকে।

অস্ত্র-চিকিৎসায় সংজ্ঞা লোপ করিবার জন্য রোগীকে পূর্ব্বে ঈথরের আঘ্রাণ দেওয়া হইত; এক্ষণে ঈথরের পরিবর্ত্তে ক্লোরোফরম্ প্রায় সর্ব্বত্র ব্যবহৃত হইতেছে। তবে অবস্থা বিশেষে ঈথরও ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

কলোডিয়ন্ (Collodion) নামক বাহ্য প্রয়োগের ঔষধ প্রস্তুত করিবার নিমিত্ত ঈথর্ ব্যবহৃত হয়; এতদ্ব্যতীত কতিপয় টিংচার্ ও উদ্ভিজ্জ-উপক্ষার প্রস্তুত করিবার নিমিত্তও ঈথরের আবশ্যক হয়।

ক্লোরোফর্ম্ (Chloroform, $CHCl_3$)

অস্ত্র-চিকিৎসায় ক্লোরোফরম্ রোগীর সংজ্ঞা লোপ করিবার জন্য প্রচুর পরিমাণে ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

ক্লোরোফরম্ আবিষ্কৃত হইবার পূর্ব্বে অস্ত্র-চিকিৎসা অতি ভয়াবহ ব্যাপার বলিয়া লোকের ধারণা ছিল; এক্ষণে রোগী ও চিকিৎসক উভয়েরই পক্ষে অস্ত্র-চিকিৎসা অতীব সুসাধ্য হইয়াছে। বস্তুতঃ ক্লোরোফরম্ আবিষ্কারের পর হইতে অস্ত্র-চিকিৎসার অভাবনীয় উন্নতি সংসাধিত হইয়াছে।

প্রস্তুত করণ প্রণালী—১। সচরাচর সুরার সহিত ব্লীচিং পাউডার্ মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ সংযোগে চোলাই করিলে ক্লোরোফরম্ বাষ্পাকারে নির্গত হইয়া আইসে; ইহাকে শীতল করিলে তরলাকার ধারণ করে। সুরার পরিবর্ত্তে এসিটোন্‌ও ব্যবহৃত হয়।

২। মার্শগ্যাস্ (Marsh gas) ও ক্লোরিণ্ গ্যাস্ আলোক সংযোগে মিলিত হইলে ক্লোরোফরম্ উৎপন্ন হয়।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—ক্লোরোফরম্ বর্ণহীন, তীব্র অথচ মিষ্টগন্ধযুক্ত, অতি তরল উদ্বেয় পদার্থ; অনাবৃত অবস্থায় থাকিলে অতি শীঘ্র বাষ্পাকারে উড়িয়া যায়। ইহা ৬১°C তাপ মাত্রায় ফুটিতে থাকে। ইহা জল অপেক্ষা ভারী এবং জলের সহিত মিশ্রিত না হইয়া তলদেশে স্তররূপে স্থিত হয়। পাছে ক্লোরোফরম্ উড়িয়া যায় এজন্য বোতলের মধ্যে ইহার সহিত জলমিশ্রিত করিয়া রাখা হয়;

জল উপরে ভাসিতে থাকে সুতরাং ক্লোরোফর্‌ম্ বাষ্পাকারে জল ভেদ করিয়া উঠিতে পারে না। ক্লোরোফর্‌ম্ অধিক পরিমাণে আঘ্রাণ করিলে সংজ্ঞা লোপ হয়, রোগী অস্ত্রাঘাত জনিত কোনরূপ যন্ত্রণা অনুভব করিতে পারে না, এজন্য ইহার আঘ্রাণে রোগীর সংজ্ঞা লোপ করিয়া অস্ত্র চিকিৎসা করা হয়। সাবধানের সহিত ব্যবহৃত হইলে ক্লোরোফর্‌ম্ দ্বারা কোনরূপ অনিষ্টপাতের সম্ভাবনা নাই, কিন্তু অসতর্ক হইয়া অতি দুর্ব্বল রোগীর প্রতি অত্যধিক পরিমাণে প্রয়োগ করিলে মৃত্যু পর্য্যন্ত সংঘটিত হইতে পারে ; ফলতঃ এরূপ দুর্ঘটনা অতি বিরল।

ক্লোরোফর্‌ম্ জলে সামান্য পরিমাণে দ্রব হইয়া একোয়া ক্লোরোফর্‌ম্ (Aqua chloroform) নামক ঔষধ প্রস্তুত করে। নির্জ্জল সুরা-সার ও ঈথরে ইহা সহজে দ্রব হয়। আইওডিন্, ব্রোমিন্, ফস্ফরস্ প্রভৃতি অধাতু-পদার্থ, অধিকাংশ বৃক্ষ-নির্য্যাস ও উদ্ভিজ্জ-উপক্ষার ক্লোরোফর্ম্মে সহজে দ্রব হইয়া যায়। বিশুদ্ধ ক্লোরোফর্ম্মের মধ্যে কোন প্রকার এসিড্ বা ক্লোরিণ্ গ্যাস্ বা কোন ক্লোরাইড্ বা অপর কোন প্রকার লবণ দ্রব হইয়া থাকে না।

আলোক সংযোগে ক্লোরোফর্‌ম্ কিয়ৎপরিমাণে বিশ্লিষ্ট হয় বলিয়া ইহা সচরাচর নীল বোতলে অথবা বোতলে নীল কাগজ জড়াইয়া রাখা হয়।

ক্লোরোফর্ম্মের স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

১। লোহিতোত্তপ্ত কাচ নলের মধ্যে ক্লোরোফর্‌ম্ প্রবেশ করাইলে উহা বিশ্লিষ্ট হইয়া ক্লোরিণ্ গ্যাস্ উৎপাদন করে। একখণ্ড ব্লটিং কাগজ আইওডাইড্ অফ্ পোটাসিয়ম্ ও শ্বেত-সারের মিশ্র-দ্রাবণে সিক্ত করিয়া উক্ত গ্যাসের মধ্যে ধারণ করিলে কাগজখানি নীলবর্ণ হইয়া যায়।

২। এনিলিন্ ও সুরা-মিশ্রিত কষ্টিক্ সোডার দ্রাবণ ক্লোরোফরমের সহিত একত্রে মিশ্রিত করিয়া উত্তপ্ত করিলে অত্যন্ত দুর্গন্ধযুক্ত ফেনিল্ কার্ব্বামাইন্ (Phenyl carbamine) গ্যাস্‌রূপে নির্গত হয়।

আইওডোফর্‌ম্ (Iodoform, CHI_3)

সুরাতে আইওডিন্ দ্রব করিয়া উহার সহিত কার্ব্বনেট্ অফ্ পটাশ্ বা কষ্টিক্ পটাশের দ্রাবণ যোগ করতঃ সামান্য উত্তাপ প্রয়োগ করিলে আইওডোফর্‌ম্ প্রস্তুত হয়। সুরার পরিবর্ত্তে এসিটোন্‌ও ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—ইহা উজ্জ্বল হরিদ্রাবর্ণ ও আঁইসের আকারের দানা-বিশিষ্ট। ইহা এক প্রকার বিশেষ গন্ধ-যুক্ত, এই গন্ধ সহজে দূরীভূত হয় না। জলে ইহা সামান্য পরিমাণে দ্রবণীয়, শোধিত-সুরায় তদপেক্ষা অধিক এবং ক্লোরোফরম্ ও উষ্ণ ঈথরে একবারেই দ্রব হইয়া যায়। উত্তপ্ত হইলে দ্রব হইয়া যায় ও বেগুণীবর্ণের ধূম নির্গত হইয়া কৃষ্ণবর্ণ পদার্থ অবশিষ্ট থাকে; ইহা অধিক উত্তাপে একেবারে উড়িয়া যায়।

আইওডোফরম্ অতি উৎকৃষ্ট পচন ও দুর্গন্ধ নিবারক ঔষধ, এজন্য ইহা অস্ত্র-চিকিৎসার নিমিত্ত প্রচুর পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। আইওডোফরম্ হইতে মলম ও সাপজিটরি (Suppository) প্রস্তুত হইয়া ঔষধরূপে ব্যবহৃত হয়।

আইওডোফরমের স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

আইওডোফরমকে সুরা-মিশ্রিত কষ্টিক্ পটাশের দ্রাবণে দ্রব করিয়া উহাতে নাইট্রিক্ এসিড্ যোগ করিলে আইওডিন্ পৃথক্ হয় ও দ্রাবণ রক্তবর্ণ ধারণ করে। এই দ্রাবণ শীতল হইলে শ্বেত-সারের দ্রাবণ সংযোগে নীলবর্ণ হইয়া যায়।

ক্লোরাল্ হাইড্রেট্ (Chloral Hydrate, CCl_3 COH, H_2O)

কোন পাত্রে নির্জ্জল সুরা-সার রাখিয়া উহা শীতল জলে স্থাপন করতঃ তন্মধ্যে ক্লোরিণ্ গ্যাস্ কয়েক ঘণ্টাকাল প্রবেশ করাইলে উভয়ে মিলিত হইয়া ক্লোরাল্ এল্কহলেট্ নামক একটী যৌগিক প্রস্তুত হয়। এই যৌগিকের সহিত উগ্র সল্ফিউরিক্ এসিড্ সমভাগে মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে ক্লোরাল্ (Chloral) নামক বর্ণহীন উগ্রগন্ধযুক্ত তরল পদার্থ বাষ্পাকারে বহির্গত হইয়া আইসে। ক্লোরাল্ জলের সহিত মিশ্রিত হইলে ক্লোরাল্ হাইড্রেট্ দানার আকারে পৃথক্ হইয়া পড়ে।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—এই পদার্থ দেখিতে স্বচ্ছ ও বর্ণহীন, দানা-বিশিষ্ট এবং উগ্রগন্ধযুক্ত। ইহা জল ও সুরাতে সহজেই দ্রব হইয়া যায়। ধনুষ্টঙ্কার প্রভৃতি রোগে এবং নিদ্রোৎপাদনের নিমিত্ত ক্লোরাল্ হাইড্রেট্ সর্ব্বদা ব্যবহৃত হয়।

ক্লোরাল্ হাইড্রেটের স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

কষ্টিক্ পটাশ্ বা সোডার দ্রাবণের সহিত উত্তপ্ত হইলে ক্লোরাল্ হাইড্রেট্ বিশ্লিষ্ট হইয়া ক্লোরোফরম্ উৎপাদন করে। গন্ধ এবং ক্লোরোফর্ম্মের পরীক্ষা দ্বারা ইহার অস্তিত্ব নিরূপিত হয়।

চতুর্থ পরিচ্ছেদ।

—:*:—

গ্লিসেরিন্ (Glycerine, $C_3H_5[OH]_3$)

তৈল ও চর্ব্বি হইতে এই পদার্থ প্রস্তুত হয়। সচরাচর আফ্রিকা-জাত তাল-তৈল (Palm-oil) গ্লিসেরিন্ প্রস্তুত করিবার নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়। এই তৈলের সহিত অত্যুষ্ণ জল-বাষ্প (Superheated steam) একত্রিত করিলে তৈল বিশ্লিষ্ট হইয়া পামিটিক্ এসিড্ (Palmitic acid) নামক নিরেট পদার্থ ও গ্লিসেরিন্ উৎপাদন করে। গ্লিসেরিন্ পৃথক্ করিয়া উত্তাপ সংযোগে ঘন করিয়া লইতে হয়। নিরেট পামিটিক্ এসিড্ "মোম বাতি" প্রস্তুত করিবার নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়। ইহা একটী এল্‌কহল্; ইহার মধ্যে তিনটী হাইড্রক্সিল্ (OH) আছে বলিয়া ইহাকে ট্রাই-হাইড্রিক্ এল্‌কহল্ কহে।

উদ্ভিজ্জ তৈল বা চর্ব্বির সহিত কষ্টিক্ সোডা মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে সাবান ও গ্লিসেরিন্ প্রস্তুত হয়; পরে উহাতে খাস্থ লবণ যোগ করিলে সাবান পৃথক্ হইয়া ভাসিয়া উঠে এবং গ্লিসেরিন্ দ্রাবণ মধ্যে অবস্থিতি করে। দ্রাবণে উত্তাপ প্রয়োগ করিলে জল নির্গত হইয়া যায়; পরে গ্লিসেরিনকে পরিস্কৃত করিয়া লওয়া হয়।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম—গ্লিসেরিন্ বর্ণ ও গন্ধবিহীন এবং চিনির রসের ন্যায় গাঢ় ও ঈষৎ মিষ্ট স্বাদ-যুক্ত। ইহা সুরা ও জলের সহিত সহজেই মিশ্রিত হয়। জলে যে সকল পদার্থ দ্রব হয়, তাহার অধিকাংশই গ্লিসেরিনে দ্রব হইয়া থাকে। এতদ্ব্যতীত জলে অদ্রবনীয় কতিপয় ধাতব অক্সাইড্ও গ্লিসেরিনে দ্রব হয়। গ্লিসেরিন্ একটী জল-শোষক পদার্থ।

কার্ব্বলিক্ এসিড্, ট্যানিক্ এসিড্, সোহাগা প্রভৃতি কতিপয় পদার্থ গ্লিসেরিনের সহিত মিশ্রিত হইয়া ঔষধরূপে ব্যবহৃত হয়।

গ্লিসেরিন্ সহজে শুষ্ক হয় না, এজন্য যে সকল পদার্থ আর্দ্র রাখিবার আবশ্যক হয়, তাহা গ্লিসেরিন্ মাখাইয়া রাখিলে শুষ্ক হইয়া যায় না। এই গুণের নিমিত্ত

ইহা চর্ম্মরোগ-চিকিৎসায় বাহ্য প্রয়োগের নিমিত্ত ঔষধরূপে ব্যবহৃত হয়। রেক্টমে (Rectum) গ্লিসেরিনের পিচকারী দিলে তৎক্ষণাৎ দাস্ত হয়।

গ্লিসেরিন্ ঈথরের সহিত মিশ্রিত হয় না। ১৫০°C তাপ-মাত্রায় ইহা ঈষৎ নীলবর্ণ আলোক বিস্তার করিয়া জ্বলিতে থাকে।

উগ্র নাইট্রিক্ ও সল্ফিউরিক্ এসিড্ এবং গ্লিসেরিন্ একত্রে মিশ্রিত হইলে নাইট্রো-গ্লিসেরিন্ (Nitro-glycerine) নামক একটী অত্যধিক স্ফোটন-শীল তরল পদার্থ উৎপন্ন হয়। ইহার সহিত কিসেল্গর্ (Kieselguhr) নামক মৃত্তিকা মিশ্রিত করিয়া ডাইনামাইট্ (Dynamite) প্রস্তুত হইয়া থাকে। ডাইনামাইট্ অগ্নি সংযুক্ত হইলে শীঘ্র জ্বলিয়া যায়, কিন্তু উহাতে সামান্য আঘাত দিলেই ভয়ঙ্কর স্ফোটন উপস্থিত হয়। ইহা বারুদের তুলনায় অত্যন্ত অধিক পরিমাণে স্ফোটন-শীল, একারণে ইহা অতি সাবধানে ব্যবহার করা উচিত। গন্-কটন্কে নাইট্রো-গ্লিসেরিনে দ্রব করিয়া ব্লাষ্টিং জিলেটিন্ (Blasting gelatine) নামক একপ্রকার স্ফোটন-শীল পদার্থ প্রস্তুত হয়। নাইট্রো-গ্লিসেরিনের তুলনায় ইহার ব্যবহার অপেক্ষাকৃত অল্প বিপদজনক। এই পদার্থের সহিত কর্পূর মিশ্রিত করিলে শ্বেতবর্ণ বারুদের ন্যায় স্ফোটন-শীল একপ্রকার পদার্থ প্রস্তুত হইয়া থাকে। ইহা বারুদের পরিবর্ত্তে বন্দুকে ব্যবহৃত হয় এবং ইহার স্ফোটনে ধূম নির্গত হয় না বলিয়া ইহাকে ইংরাজীতে ধূমশূন্য বারুদ (Smokeless powder) কহে।

গ্লিসেরিনের স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

১। গ্লিসেরিন্ ও বাই-সল্ফেট্ অব্ পটাশ্ একত্রে মিশ্রিত করতঃ উত্তাপ প্রয়োগ করিলে এক্রোলিন্ (Acrolein) নামক পদার্থ বাষ্পাকারে নির্গত হয়। এক্রোলিন্ অতি উগ্রগন্ধযুক্ত পদার্থ, আঘ্রাণ দ্বারা ইহার সত্তা নিরূপিত হইয়া থাকে।

২। সোহাগার দ্রাবণে ফিনল্থালিনের দ্রাবণ যোগ করিলে উহা গোলাপী বর্ণ ধারণ করে, পরে উহাতে গ্লিসেরিন্ যোগ করিলে ঐ বর্ণ নষ্ট হয়, কিন্তু উত্তাপ সংযোগে বর্ণ পুনরায় ফিরিয়া আইসে।

ক্রিয়োজোট্ (Creasote)

কাঠ চোয়াইয়া মিথিল্ এল্কহল্, এসিটিক্ এসিড্ প্রভৃতি পদার্থ প্রস্তুত হয়, ইহা ইতিপূর্ব্বে উল্লিখিত হইয়াছে। এই প্রক্রিয়াতে আল্কাতরার ন্যায়

এক প্রকার কৃষ্ণবর্ণ পদার্থও নির্গত হয়; উহা উড্‌টার্ (Wood tar) নামে অভিহিত। এই পদার্থ চোয়াইলে ক্রিয়জোট্ উৎপন্ন হয়।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—ইহা বর্ণহীন অথবা ঈষৎ হরিদ্রাবর্ণ, তরল, উদ্বেয় পদার্থ, তীব্রগন্ধযুক্ত ও আস্বাদনে কটু। ইহা জলে অতি সামান্য পরিমাণে দ্রবণীয়, কিন্তু সুরা, ঈথর্ ও গ্লেশিয়াল্ এসিটিক্ এসিডে সহজে দ্রব হয়। এই পদার্থ এল্‌বুমেনের সহিত একত্রিত হইলে এল্‌বুমেন্ জমাট বাঁধিয়া যায়। ইহা পচন-নিবারক। কাশ-রোগে কফ্ দুর্গন্ধযুক্ত হইলে বা ফুস্‌ফুসে ক্ষত (Cavity) হইলে ইহার বাষ্প নিশ্বাসের সহিত গ্রহণ করিলে বিশেষ উপকার দর্শে। সিল্‌ভার্ অক্সাইডের সহিত মিশ্রিত হইলে একটী স্ফোটন-শীল পদার্থ উৎপন্ন হয়, এজন্য এই দুই পদার্থ একত্রে ঔষধরূপে ব্যবহার করা উচিত নহে। ইহা বাহ্য ও আভ্যন্তরিক উভয়বিধ প্রয়োগের নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়। ক্রিয়োজোট্ লাগাইলে দন্তশূলের বেদনার উপশম হইয়া থাকে।

ক্রিয়োজোটের স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

ক্রিয়োজোটের ক্ষীণ-দ্রাবণ ফেরিক্ ক্লোরাইড্ সংযোগে প্রথমতঃ হরিদ্বর্ণ ধারণ করে; পরে উহা পাটলবর্ণে পরিবর্ত্তিত হয়।

পঞ্চম পরিচ্ছেদ।

—(::)—

অর্গানিক্ দ্রাবক (Organic acids)

অধাতব মূল-পদার্থদিগের আলোচনার সময় সল্‌ফিউরিক্, হাইড্রো-ক্লোরিক্, নাইট্রিক্ প্রভৃতি খনিজ দ্রাবক (Inorganic acids) গুলির বিষয় বর্ণিত হইয়াছে ; এক্ষণে প্রয়োজনীয় অর্গানিক্ দ্রাবকদিগের বিষয় নিম্নে সংক্ষেপে বর্ণিত হইল।

ফর্মিক্ এসিড্ (Formic Acid, CH_2O_2)

এই দ্রাবক লাল পিপীলিকা, মৌমাছি প্রভৃতি কতকগুলি জীবের শরীরে এবং বিছুটী প্রভৃতি কতকগুলি উদ্ভিদে অবস্থিতি করে।

প্রস্তুতকরণ প্রণালী—১। অক্‌জ্যালিক্ এসিড্ ও গ্লিসেরিন্ একত্রে মিশ্রিত করিয়া উত্তপ্ত করিলে ফর্মিক্ এসিড্ বাষ্পাকারে চোলাই হইয়া আইসে। উহাকে শীতল করিলেই তরল ফর্মিক্ এসিড্ প্রস্তুত হয়।

২। লেড্ ফর্মেটের সহিত সল্‌ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ মিশ্রিত করিলে কৃষ্ণবর্ণ লেড্ সল্‌ফাইড্ ও ফর্মিক্ এসিড্ প্রস্তুত হয়।

৩। মিথিল্ এল্‌কহল্ অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইলে প্রথমতঃ ফর্ম্মাল্ডিহাইড্ এবং পরে এই দ্রাবক প্রস্তুত হয়।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—ফর্মিক্ এসিড্ বর্ণহীন তরল পদার্থ ; অনাবৃত অবস্থায় থাকিলে ইহা হইতে শ্বেতবর্ণ ধূম নির্গত হয়। ইহা অতিশয় উগ্রগন্ধযুক্ত ; শরীরের কোন স্থানে লাগিলে জ্বালা করে ও ফোস্‌কা হয়। পিপীলিকা বা মৌমাছি দংশনে বা বিছুটী লাগিলে যে প্রদাহ ও জ্বালা উপস্থিত হয়, ফর্মিক্ এসিড্ই তাহার কারণ ; এমোনিয়ার দ্রাবণ লাগাইলে এই জ্বালার নিবৃত্তি হয়।

ফর্মিক্ এসিড্ জলে দ্রবণীয়। ইহা বেসের সহিত মিলিত হইয়া যে সকল লবণ প্রস্তুত করে, তাহাদিগকে ফর্মেট্ (Formate) কহে। ফর্মেট্ মাত্রেই

জলে দ্রবণীয়। ফর্ম্মেটের সহিত উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে কার্ব্বনিক্ অক্সাইড্ (CO) গ্যাস্ নির্গত হয়

কতিপয় এনিলিন্ রঙ (Aniline dye) প্রস্তুত করিবার জন্য ফর্মিক্ এসিড্ ব্যবহৃত হয়

ফর্মিক্ এসিডের স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

সোডিয়ম্ ফর্ম্মেটের দ্রাবণ পরীক্ষার জন্য গৃহীত হয়।

১। যে কোন ফর্ম্মেটের দ্রাবণে ফেরিক্ ক্লোরাইড্ যোগ করিলে দ্রাবণ রক্তবর্ণ ধারণ করে।

২। ফর্মিক্ এসিড্ বা যে কোন ফর্ম্মেট্‌কে নাইট্রেট্ অফ্ সিল্‌ভারের দ্রাবণের সহিত মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে ধাতব রৌপ্য দ্রাবণ হইতে পৃথক্ হইয়া কৃষ্ণবর্ণ পদার্থরূপে অধঃস্থ হয়।

এসিটিক্ এসিড্ (Acetic Acid, $C_2H_4O_2$)

প্রস্তুতকরণ প্রণালী—১। করাতের গুঁড়া বা কাঠ চোয়াইলে মিথিল্ এল্‌কহল্, এসিটোন্ প্রভৃতি পদার্থের সহিত এসিটিক্ এসিড্ উৎপন্ন হয়। ইহাকে পাইরোলিগ্নস্ এসিড্ (Pyroligneous acid) কহে। ইহাতে কষ্টিক্ সোডা যোগ করিয়া চোয়াইলে অন্যান্য পদার্থ বাষ্পাকারে বহির্গত হইয়া যায়, কেবল সোডিয়ম্ এসিটেট্ অবশিষ্ট থাকে। ইহাতে উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ যোগ করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে এসিটিক্ এসিড্ প্রস্তুত হইয়া বাষ্পাকারে বহির্গত হয় এবং পরে উহাকে বিশুদ্ধ করিয়া লওয়া হয়। অধিকাংশ এসিটিক্ এসিড্ এই উপায়ে প্রস্তুত হইয়া থাকে।

২। এল্‌কহল্ অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইলে এসিটিক্ এসিডে পরিণত হয়। ভিনিগারের (Vinegar) মধ্যে যে এসিটিক্ এসিড্ থাকে, তাহা এইরূপেই প্রস্তুত হইয়া থাকে। বিয়ার্ প্রভৃতি আসব (যাহার মধ্যে সামান্য পরিমাণ এল্‌কহল্ থাকে) অনাবৃত অবস্থায় থাকিলে শীঘ্রই অম্লত্ব প্রাপ্ত হয়; ইহার কারণ এই যে আসব-মধ্যস্থ এল্‌কহল্ মাইকোডার্মা এসিটাই নামক এক প্রকার উৎসেচক পদার্থ সংযোগে বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া এসিটিক্ এসিডে পরিণত হয় এবং আসব এইরূপে অম্লগুণ প্রাপ্ত হইয়া ভিনিগার্ প্রস্তুত

হয়। Mycoderma aceti একপ্রকার সূক্ষ্মতম উদ্ভিজ্জ-পদার্থ; ইহা বায়ু মধ্যে থাকে এবং আসবের সহিত মিশ্রিত হইলে এই রাসায়নিক পরিবর্ত্তন সংঘটন করে। ভিনিগারে শতকরা প্রায় ৫ ভাগ এসিটিক্ এসিড্ থাকে। সাধারণতঃ ভিনিগার্ হইতে এসিটিক্ এসিড্ প্রস্তুত করা হয় না।

৩। সোডিয়ম্ এসিটেটের সহিত উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ সংযোগে চোলাই করিলে বিশুদ্ধ এসিটিক্ এসিড্ প্রাপ্ত হওয়া যায়।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—এসিটিক্ এসিড্ বর্ণহীন, উগ্র ও মিষ্টগন্ধযুক্ত; ইহার বাষ্প এল্‌কহলের ন্যায় দাহ্য। শৈত্য সংযোগে ইহাকে কঠিন অবস্থায় পরিণত করা যাইতে পারে, তখন ইহা গ্লেসিয়াল্ এসিটিক্ এসিড্ (Glacial acetic acid) নামে অভিহিত হয়।

এসিটিক্ এসিড্ বেসের সহিত মিলিত হইলে এসিটেট্ (Acetate) নামক লবণ প্রস্তুত হয়। প্রায় সকল এসিটেট্ই জলে দ্রবণীয়। কতকগুলি এসিটেট্ শিল্পকার্য্যে ব্যবহৃত হয়। এলুমিনিয়ম্ এসিটেট্ ও ফেরিক্ এসিটেট্ "পাকা রঙ্" করিবার জন্য ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

এসিটেট্ অফ্ পটাশ্, এসিটেট্ অফ্ লেড্ প্রভৃতি লবণগুলি ঔষধার্থে ব্যবহৃত হয়। শেষোক্ত পদার্থটীর অপর নাম সীস-শর্করা (Sugar of lead)। সব্-এসিটেট্ অফ্ লেড্ নামক সীস-যৌগিকের জলমিশ্রিত দ্রাবণ বাহ্য প্রয়োগের নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়।

বর্দ্দিগ্রীস্ (Verdigris), এমারাল্ড্ গ্রীন্ (Emerald green) প্রভৃতি যে সকল পদার্থ রঙের নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়, তাহারা তাম্র ও এসিটিক্ এসিডের মিলনে উৎপন্ন। এমারাল্ড্ গ্রীনের অপর উপাদান আর্সেনিক্।

এসিটিক্ এসিডের স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

সোডিয়ম্ এসিটেটের দ্রাবণ পরীক্ষার জন্য গৃহীত হয়।

১। যে কোন এসিটেটের দ্রাবণে ফেরিক্ ক্লোরাইড্ যোগ করিলে দ্রাবণ রক্তবর্ণ ধারণ করে। হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ সংযোগে এই বর্ণ নষ্ট হইয়া যায়।

২। এসিটিক্ এসিড্ ও এল্‌কহল্ একত্রে মিশ্রিত হইয়া উত্তপ্ত হইলে সুগন্ধযুক্ত এসিটিক্ ঈথরের (Acetic ether) বাষ্প নির্গত হয়; ইহার গন্ধ চাঁপা কলার গন্ধের ন্যায়।

এসিটেট্ হইলে উহার সহিত উগ্র সল্‌ফিরিক্ এসিড্ ও এল্‌কহল্ মিশ্রিত করিয়া উত্তপ্ত করিতে হয়।

৩। যে কোন এসিটেটের সহিত আর্সিনিয়স্ এসিড্ মিশ্রিত করিয়া উত্তপ্ত করিলে দুর্গন্ধ-যুক্ত কাকোডিল্ (Cacodyl) নামক পদার্থ প্রস্তুত হয়।

অক্‌জ্যালিক্ এসিড্ (Oxalic Acid, $C_2H_2O_4+2H_2O$)

এই দ্রাবক কতিপয় উদ্ভিদ্ মধ্যে পোটাসিয়ম্ বা ক্যাল্‌সিয়ম্ ধাতুর সহিত মিলিত হইয়া অবস্থিতি করে। রেউচিনি (Rhubarb), ওল, কচু, আমরুল শাক, চুকাপালম প্রভৃতি উদ্ভিজ্জ-পদার্থে অক্‌জ্যালিক্ এসিড্-ঘটিত লবণ বিদ্যমান থাকে।

প্রস্তুতকরণ প্রণালী—১। চিনির সহিত উগ্র নাইট্রিক্ এসিড্ মিশ্রিত করিলে এই দ্রাবক প্রস্তুত হয়।

২। করাতের গুঁড়ার (Saw dust) সহিত কষ্টিক্ সোডা বা পটাশের দ্রাবণ মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ সংযোগে ইহা প্রচুর পরিমাণে প্রস্তুত হইতেছে। এই প্রক্রিয়াতে প্রথমতঃ সোডিয়ম্ বা পোটাসিয়ম্ অক্‌জ্যালেট্ উৎপন্ন হয়; পরে উহার সহিত ক্যাল্‌সিয়ম্ ক্লোরাইড্ মিশ্রিত করিলে ক্যাল্‌সিয়ম্ অক্‌জ্যালেট্ নামক লবণ অধঃস্থ হয়। এই অধঃস্থ পদার্থে সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ যোগ করিলে অক্‌জ্যালিক্ এসিড্ পৃথক্ হইয়া পড়ে। এই উপায়ে অধিকাংশ অক্‌জ্যালিক্ এসিড্ প্রস্তুত হইয়া থাকে।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম—অক্‌জ্যালিক্ এসিড্ বর্ণহীন ও দানাযুক্ত; উত্তাপ সংযোগে ইহা বিশ্লিষ্ট হইয়া কার্ব্বন্ মনক্সাইড্, কার্ব্বন্ ডাই-অক্সাইড্ ও ফর্মিক্ এসিড্ উৎপাদন করে। উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিডের সহিত মিশ্রিত হইয়া উত্তপ্ত হইলে কার্ব্বন্ মনক্সাইড্, কার্ব্বন্ ডাই-অক্সাইড্ ও জল উৎপন্ন হয় এবং উদ্গত কার্ব্বন্ মনক্সাইড্ গ্যাস্ অগ্নি সংযুক্ত হইলে নীলবর্ণ শিখা ধারণ করিয়া জ্বলিতে থাকে।

এই দ্রাবক বেসের সহিত মিলিত হইলে যে সকল লবণ উৎপন্ন হয়, তাহা-দিগকে অক্‌জ্যালেট্ কহে। ক্ষার-ধাতুর অক্‌জ্যালেট্‌গুলি জলে দ্রবণীয়;

অপরাপর যে সকল অক্জ্যালেট্ জলে অদ্রবণীয়, তন্মধ্যে ক্যাল্সিয়ম্ অক্জ্যালেট্ সর্ব্ব প্রধান। অক্জ্যালিউরিয়া (Oxaluria) নামক রোগে মূত্রের সহিত এই পদার্থ অষ্ট-কোণ-বিশিষ্ট (Octahedra) বা ডমরুর (Dumbbell) ন্যায় দানার আকারে প্রচুর পরিমাণে নির্গত হয়।

অক্জ্যালিক্ এসিড্ ও ক্ষার-ধাতুর অক্জ্যালেট্গুলি অতিশয় বিষাক্ত পদার্থ; ম্যাগ্নেসিয়ম্ সল্ফেটের পরিবর্ত্তে এই দ্রাবক ভ্রমক্রমে সেবিত হইয়া মৃত্যু পর্য্যন্ত ঘটিয়াছে। এই দ্রাবক সেবন করিলে চূণের জল বা চা-খড়ি খাওয়াইলে উপকার হয়।

অক্জ্যালিক্ এসিডের স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

অক্জ্যালেট্ অফ্ এমোনিয়ার দ্রাবণ পরীক্ষার জন্য গৃহীত হয়।

১। ক্যাল্সিয়ম্ ক্লোরাইড্ সংযোগে শ্বেতবর্ণ ক্যাল্সিয়ম অক্জ্যালেট্ অধঃস্থ হয়; এই অধঃস্থ পদার্থ এসিটিক্ এসিডে অদ্রবণীয় কিন্তু জল-মিশ্রিত হাইড্রোক্লোরিক্ এসিডে দ্রব হইয়া যায় (টার্টারিক্ ও সিট্রিক্ এসিডের সহিত প্রভেদ)।

২। যে কোন অক্জ্যালেটের সহিত উগ্র সল্ফিউরিক্ এসিড্ মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে কার্ব্বন্ মনক্সাইড্ (CO) গ্যাস্ নির্গত হয়; ইহা অগ্নি সংযুক্ত হইলে নীলবর্ণ শিখা বিস্তার করিয়া জ্বলিতে থাকে।

৩। অক্জ্যালেটের দ্রাবণে পোটাসিয়ম্ পার্ম্মাঙ্গ্যানেটের দ্রাবণ ও জল-মিশ্রিত সল্ফিউরিক্ এসিড্ যোগ করিলে পার্ম্মাঙ্গ্যানেট্ দ্রাবণের বর্ণ নষ্ট হইয়া যায়।

টার্টারিক্ এসিড্ (Tartaric Acid, $C_4H_6O_6$)

এই দ্রাবক আঙ্গুর, তেঁতুল প্রভৃতি ফলের মধ্যে অবস্থিতি করে। দ্রাক্ষার রসে উৎসেচন-ক্রিয়া উপস্থিত হইয়া সুরা প্রস্তুত হইবার সময় পোটাসিয়ম্ ধাতু ও এই দ্রাবকের মিলনে উৎপন্ন টার্টার্ বা আর্গল্ (Tartar or Argol) নামক একটী লবণ অধঃস্থ হয়। এই লবণকে প্রথমতঃ চা-খড়ি ও জলের সহিত মিশ্রিত করতঃ ফুটাইয়া পরে উহাতে ক্যাল্সিয়ম্ ক্লোরাইড্ এবং অবশেষে সল্ফিউরিক্ এসিড্ যোগ করিলে টার্টারিক্ এসিড্ পৃথক্ হইয়া পড়ে।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—টার্টারিক্ এসিড্ বর্ণহীন, দানা-বিশিষ্ট ও জলে সহজেই দ্রবণীয়। দগ্ধ হইলে ইহা কৃষ্ণবর্ণ ধারণ করে এবং চিনি পোড়ার ন্যায় এক প্রকার গন্ধ নির্গত হয়। কষ্টিক্ পটাশের সহিত মিশ্রিত হইয়া উত্তাপ

সংযোগে দ্রবীভূত হইলে এসিটিক্ ও অক্‌জ্যালিক্ এসিড্ উৎপন্ন হয়। উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিডের সহিত উত্তপ্ত হইলে কৃষ্ণবর্ণ ধারণ করে এবং সল্‌ফর্ ডাই-অক্সাইড্ গ্যাস্ উৎপন্ন হয়।

এই দ্রাবক বেসের সহিত মিলিত হইয়া টার্ট্রেট্ (Tartrate) নামক লবণ প্রস্তুত করে। ইহা পোটাসিয়ম্ ধাতুর সহিত মিলিত হইলে যে দুই প্রকার টার্ট্রেট্ উৎপন্ন হয়, তন্মধ্যে এসিড্ টার্ট্রেট্ অফ্ পোটাসিয়ম্ (Acid Tartrate of Potassium—Cream of Tartar) নামক লবণটী ঔষধার্থে সর্ব্বদা ব্যবহৃত হয়। এন্টিমনি ও পোটাসিয়ম্ ধাতুর সহিত টার্টারিক্ এসিড্ মিলিত হইয়া টার্টার্ এমেটিক্ (Tartar emetic) নামক দানা-বিশিষ্ট লবণ প্রস্তুত করে। এই লবণ অতিশয় বিষাক্ত পদার্থ; অল্প মাত্রায় ঔষধরূপে ব্যবহৃত হয়, কিন্তু অধিক মাত্রায় সেবিত হইলে অত্যন্ত বমন ও অবসাদ উপস্থিত হইয়া মৃত্যু ঘটিয়া থাকে।

বস্ত্রে রঙ্গিন্ ছাপ দিবার জন্য টার্টারিক্ এসিড্ বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

টার্টারিক্ এসিডের স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

টার্ট্রেট্ অব্ সোডার দ্রাবণ পরীক্ষার জন্য গৃহীত হয়।

১। ক্যাল্‌সিয়ম্ ক্লোরাইড্ সংযোগে বিনা উত্তাপে শ্বেতবর্ণ ক্যাল্‌সিয়ম্ টার্ট্রেট্ অধঃস্থ হয়।

২। পোটাসিয়ম্ ক্লোরাইডের ঘন দ্রাবণে টার্টারিক্ এসিড্ যোগ করিলে শ্বেতবর্ণের হাইড্রোজেন্ পোটাসিয়ম্ টার্টেট্ অধঃস্থ হয়।

৩। সোডা টার্ট্রেটের দ্রাবণে সিল্‌ভার্ নাইট্রেট্ যোগ করিলে শ্বেতবর্ণ সিল্‌ভার্ টার্টেট্ অধঃস্থ হয়; এই অধঃস্থ পদার্থ সামান্য পরিমাণ এমোনিয়ার দ্রাবণে দ্রব করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে টেষ্ট্-টিউবের অভ্যন্তরে ধাতব রৌপের উজ্জ্বল আবরণ পতিত হয় (Mirror test)।

সিট্রিক্ এসিড্ (Citric Acid, $C_6H_8O_7$)

লেবু ও অন্যান্য কতিপয় ফলের মধ্যে এই দ্রাবক মেলিক্ (Malic) এসিডের সহিত একত্রিত হইয়া অবস্থিতি করে; এই সকল ফলের রস হইতে ইহাকে পৃথক্ করিয়া লওয়া হয়।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—সিট্রিক্ এসিড্ বর্ণহীন ও দানা-বিশিষ্ট এবং জলে

সহজেই দ্রবণীয়। বেসের সহিত মিলিত হইলে যে সকল লবণ উৎপন্ন হয়, তাহাদিগকে সাইট্রেট্ কহে। ক্ষার-ধাতুর সাইট্রেট্গুলি জলে দ্রবণীয় ও সচরাচর ঔষধার্থে ব্যবহৃত হয়।

ক্ষার-মৃত্তিকা ধাতুর এবং সীস ও রৌপের সাইট্রেট্ জলে অদ্রবণীয়।

টার্টারিক্ এসিডের ন্যায় সিট্রিক্ এসিড্ও বস্ত্রাদিতে রঙ্গিন্ ছাপ দিবার জন্য ব্যবহৃত হয়।

সিট্রিক্ এসিডের স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

সাইট্রেট্ অফ্ পটাশের দ্রাবণ পরীক্ষার জন্য গৃহীত হয়।

১। ক্যাল্‌সিয়ম্ ক্লোরাইডের দ্রাবণের সহিত মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে পর শ্বেতবর্ণ ক্যাল্‌সিয়ম্ সাইট্রেট্ অধঃস্থ হয় (টার্টারিক্ এসিডের সহিত প্রভেদ)।

২। যে কোন সাইট্রেটের দ্রাবণে সিল্‌ভার্ নাইট্রেট্ যোগ করিলে শ্বেতবর্ণ সিল্‌ভার্ সাইট্রেট্ অধঃস্থ হয়; ইহাকে স্বল্প পরিমাণ এমোনিয়াতে দ্রব করিয়া উত্তপ্ত করিলে টেষ্ট্-টিউবের মধ্যে ধাতব রৌপ্য অধঃস্থ হয় না (টার্টারিক্ এসিডের সহিত প্রভেদ)।

৩। ক্যাড্‌মিয়ম্ ক্লোরাইডের দ্রাবণ যোগ করিলে শ্বেতবর্ণ দধির ন্যায় পদার্থ অধঃস্থ হয়; ইহা এসিটিক্ এসিডে দ্রবণীয়।

ল্যাক্‌টিক্ এসিড্ (Lactic Acid, $C_3H_6O_3$)

দুগ্ধ ছিঁড়িয়া গেলে অর্থাৎ চাপ বাঁধিলে তন্মধ্যে এই দ্রাবক অবস্থিতি করে। দুগ্ধের মধ্যে ল্যাক্‌টোজ্ (Lactose—দুগ্ধ-শর্করা) নামক যে চিনি থাকে, তন্মধ্যে ল্যাক্‌টিক্-উৎসেচন (Lactic fermentation) নামক এক প্রকার উৎসেচন-ক্রিয়া উপস্থিত হইলে এই দ্রাবক প্রস্তুত হইয়া থাকে।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—ল্যাক্‌টিক্ এসিড্ বর্ণহীন ও চিনির রসের ন্যায় গাঢ়; জল, ঈথর্ ও সুরায় দ্রবণীয় কিন্তু ক্লোরোফর্মে ইহা প্রায় অদ্রবণীয়; এই দ্রাবকের কোন গন্ধ নাই।

ডিপ্‌থিরিয়া (Diptheria) নামক রোগে ল্যাক্‌টিক্ এসিডের দ্রাবণ বাহ্য প্রয়োগের নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়। ডায়াবিটিস্ (Diabetes) রোগে ল্যাক্‌টিক্ এসিড্ ব্যবহারে উপকার প্রাপ্ত হওয়া যায়।

মেলিক্ এসিড্ (Malic Acid, $C_6H_6O_5$)

আপেল্ (Apple) প্রভৃতি ফলের মধ্যে এই দ্রাবক অবস্থিতি করে। ইহা বর্ণহীন, সূচিকাকারের দানাযুক্ত ও জলশোষক। ভিন্ন ভিন্ন বেসের সহিত মিশ্রিত হইয়া ইহা মেলেট্ (Malate) নামক লবণ প্রস্তুত করে।

পঞ্চম পরিচ্ছেদ ।

—::•::—

কার্ব্বোহাইড্রেট্ শ্রেণী (Carbohydrates) ।

অর্গানিক্ পদার্থদিগের মধ্যে শ্বেত-সার (Starch), চিনি প্রভৃতি মনুষ্যের নিত্য প্রয়োজনীয় ভক্ষ্য-পদার্থ নানা জাতীয় ফল, মূল ও বীজের মধ্যে যথেষ্ট পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়। ইহাদিগের উপাদান কার্ব্বন্, অক্সিজেন্ ও হাইড্রোজেন্। জলের মধ্যে হাইড্রোজেন্ ও অক্সিজেন্ যে পরিমাণে থাকে, এই সকল পদার্থদিগের মধ্যেও উহারা সেই পরিমাণে অবস্থিতি করে। এই জন্য এই সকল পদার্থকে ইংরাজীতে কার্ব্বোহাইড্রেট্ (Carbohydrate) কহে।

কার্ব্বোহাইড্রেট্ অভিধেয় পদার্থগুলিকে শর্করা ও এমিলন্ (Amylons) নামক দুই শ্রেণীতে বিভক্ত করা যায়।

এই দুই শ্রেণীর অন্তর্ভূত প্রধান প্রধান দ্রব্যের তালিকা নিম্নে প্রদত্ত হইল :—

ক। শর্করা-শ্রেণী (মনো ও ডাই-সাকারাইড্)—

(১) দ্রাক্ষা-শর্করা (Glucose or Dextrose, Grape-sugar, $C_6H_{12}O_6$)
(২) ইক্ষু-শর্করা (Saccharose, Cane-sugar, $C_{12}H_{22}O_{11}$)
(৩) ফল-শর্করা (Fructose, Levulose, Fruit-sugar, $C_6H_{12}O_6$)
(৪) দুগ্ধ-শর্করা (Lactose, Milk-sugar, $C_{12}H_{22}O_{11}+H_2O$)
(৫) যব-শর্করা (Maltose, $C_{12}H_{22}O_{11}+H_2O$)

খ। এমিলন্-শ্রেণী (পলি-সাকারাইড্) —

(৬) শ্বেত-সার (Starch, $C_6H_{10}O_5$)।
(৭) সেলিউলোজ্ (Celluloso, $C_6H_{10}O_5$)।
(৮) গঁদ (Gum)।
(৯) ডেক্সট্রিন্ (Dextrine, $C_6H_{10}O_5$)।

১। দ্রাক্ষা-শর্করা (Grape-sugar)—আঙ্গুর ও অন্যান্য ফল এবং

মধুর মধ্যে ইহা যথেষ্ট পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়। মধু-মেহ (Diabetes) রোগে ইহা মূত্রের সহিত মনুষ্যের শরীর হইতে নির্গত হইয়া থাকে।

শ্বেত-সার বা ইক্ষু-শর্করার সহিত জল-মিশ্রিত খনিজ-দ্রাবক যোগ করিয়া ফুটাইলে দ্রাক্ষা-শর্করা (Glucose) উৎপন্ন হয়। ইক্ষু-শর্করার সহিত উৎসেচক উদ্ভিজ্জ-পদার্থ বিশেষ মিশ্রিত হইলে দ্রাক্ষা-শর্করা উৎপন্ন হইয়া থাকে।

সচরাচর গোল আলু অথবা অন্যান্য শস্যাদির শ্বেত-সার জল-মিশ্রিত সল্‌ফিউরিক্ এসিডের সহিত ফুটাইয়া দ্রাক্ষা-শর্করা প্রচুর পরিমাণে প্রস্তুত করা হইয়া থাকে। এই দ্রাবণে চা-খড়ি যোগ করিলে উহার অম্লত্ব নষ্ট হইয়া যায়। পরে উহাকে ছাঁকিয়া শুষ্ক করিয়া লইলে যে পদার্থ অবশিষ্ট থাকে, তাহাই দ্রাক্ষা-শর্করা। ইহার অপর একটী নাম মধু-শর্করা।

দ্রাক্ষা-শর্করা দানার আকারে অথবা শ্বেতবর্ণ চূর্ণাকারে দেখিতে পাওয়া যায়। ইহা আস্বাদনে মিষ্ট, কিন্তু ইক্ষু-শর্করার ন্যায় তত অধিক মিষ্ট নহে। ঈষ্ট্ (Yeast) নামক উৎসেচক উদ্ভিজ্জ-পদার্থের সহিত ইহার দ্রাবণ মিশ্রিত হইলে দ্রাবণ মধ্যে উৎসেচন-ক্রিয়া উপস্থিত হইয়া সুরা ও কার্ব্বন্ ডাই-অক্সাইড্ গ্যাস্ উৎপন্ন হয়। দ্রাক্ষারস হইতে ব্রাণ্ডি, শ্যাম্পেন্ প্রভৃতি উৎকৃষ্ট মদ্য প্রস্তুত হইয়া থাকে।

দ্রাক্ষা-শর্করা জলে সহজেই দ্রবণীয়। ইহার দ্রাবণ বেনিডিক্ট্ বা ফেলিংএর দ্রাবণের (Benedict's or Fehling's solution) সহিত মিশ্রিত করিয়া ফুটাইলে রক্তবর্ণ কিউপ্রস্ অক্সাইড্ (Cuprous oxide) নামক পদার্থ অধঃস্থ হয়।

দ্রাক্ষা-শর্করার স্বরূপ নিরূপণ।

১। দ্রাক্ষা-শর্করার দ্রাবণে ১৫ হইতে ২০ বিন্দু কপার্ সল্‌ফেটের দ্রাবণ এবং অধিক পরিমাণে কষ্টিক্ পটাশ্ বা কষ্টিক্ সোডা যোগ করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে রক্তবর্ণ কিউপ্রস্ অক্সাইড্ অধঃস্থ হয়।

২। দ্রাক্ষা-শর্করার দ্রাবণের সহিত কষ্টিক্ পটাশ্ বা কষ্টিক্ সোডার দ্রাবণ সমপরিমাণে যোগ করিয়া ফুটাইলে দ্রাবণ রক্তবর্ণ ধারণ করে।

৩। দ্রাক্ষা-শর্করার দ্রাবণের সহিত ফেনিল্ হাইড্রাজিন্ (Phenyl Hydrazine) ও এসিটেট্ অফ্ সোডা (Acetate of soda) মিশ্রিত করিয়া ফুটাইয়া শীতল করিলে ওসাজোন্ (Osazone) নামক দানাযুক্ত পদার্থ সম্মার্জ্জনীর আকারে পৃথক্ হইয়া পড়ে; অণুবীক্ষণ-যন্ত্র সাহায্যে এই পদার্থ পরীক্ষিত হইয়া থাকে।

২। **ইক্ষু-শর্করা** (Cane-sugar)—ইহাই সাধারণতঃ "চিনি" নামে অভিহিত। যে সকল উদ্ভিদ্ হইতে ইহা যথেষ্ট পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়, তন্মধ্যে ইক্ষু ও বিট্ পালম্ সর্ব্বপ্রধান। এতদ্ব্যতীত খেজুর রস, তালের রস ও অন্যান্য ফল ও মূলাদি হইতেও চিনি প্রস্তুত হইয়া থাকে।

ইক্ষু-দণ্ড হইতে চিনি প্রস্তুত করিতে হইলে উহাকে কলে উত্তমরূপে মাড়িয়া রস বাহির করিয়া লইতে হয়। এই রসকে উত্তাপ সংযোগে অপেক্ষাকৃত ঘন করিলে উহা কৃষ্ণাভ-রক্তবর্ণ ধারণ করে। পরে উহাকে জান্তব-অঙ্গার দ্বারা ছাঁকিয়া নির্ম্মল ও বর্ণহীন করা হয়। এদেশে এরূপ সংস্কার আছে যে দানাযুক্ত "কলের" চিনি হাড়ের গুঁড়ার সহিত মিশ্রিত করিয়া পরিষ্কৃত করা হয়। এ সংস্কার ভ্রমপূর্ণ। হাড়ের গুঁড়া চিনি পরিষ্কৃত করিবার জন্য কখনই ব্যবহৃত হয় না। হাড় পোড়াইয়া যে কয়লা প্রস্তুত হয় (যাহাকে ইংরাজীতে Bone-black কহে), তাহাই চিনির রসকে পরিষ্কৃত ও বর্ণহীন করিবার জন্য ছাঁকনিরূপে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। জান্তব-অঙ্গারের বর্ণনাশিকা শক্তি উদ্ভিজ্জ-অঙ্গার অপেক্ষা অনেক অধিক বলিয়া উহা এই কার্য্যের নিমিত্ত ব্যবহৃত হইয়া থাকে। এইরূপে নির্ম্মলীকৃত চিনির রসকে বৃহৎ কটাহ মধ্যে স্থাপন করিয়া সামান্য উত্তাপে ঘন করিলে উহার অধিকাংশ দানা বাঁধিয়া চিনির আকারে পরিণত হয় এবং যে তরল অংশ অবশিষ্ট থাকে, তাহাকে পাত্রান্তরিত করা হয়। এই তরল অংশ (Mother-liquor) হইতে কিয়ৎ পরিমাণে নিকৃষ্ট শ্রেণীর চিনি প্রস্তুত হইয়া থাকে। যে অংশ একেবারে দানা বাঁধে না, তাহাকে "মাৎ" গুড় (Molasses) কহে।

আমাদের দেশে যে "দেশী" চিনি প্রস্তুত হইয়া থাকে, তাহাকে একপ্রকার শৈবাল (পাটা শেওলা) দ্বারা পরিষ্কৃত ও শুভ্র করা হয়। ইক্ষুরস জ্বাল দিয়া ঘন করিয়া রাখিলে কিয়দংশ দানা বাঁধে ও কিয়দংশ তরল অবস্থায় থাকিয়া যায়; যে অংশ দানা বাঁধে, তাহাকে "সার" কহে এবং তরল অংশ "মাৎ" গুড় নামে অভিহিত। এই "সার" অংশকে ছিদ্রযুক্ত কলসীর মধ্যে রাখিলে যাহা কিছু "মাৎ" উহার সহিত মিশ্রিত থাকে, তাহা ক্রমে ক্রমে ছিদ্র দিয়া ঝরিয়া যায়। পরে মাৎশূন্য "সার" অংশকে ঝুড়ির মধ্যে রাখিয়া পরিষ্কৃত শৈবাল দ্বারা আবৃত করা হয়। শৈবাল সংস্পর্শে সারের উপরিভাগ ক্রমশঃ পরিষ্কৃত ও শুভ্র হইলে উহাকে স্থানান্তরিত করিয়া অবশিষ্টাংশ পুনরায় শৈবাল দ্বারা পূর্ব্ববৎ আবৃত করা

হয়। এইরূপে কয়েকবার শৈবাল পরিবর্ত্তিত করিলে সমস্ত "সার" শুভ্র চিনির আকারে পরিণত হয়। ইহাই আমাদের দেশে "কাশীর চিনি" নামে অভিহিত। নিষ্ঠাবান হিন্দুগণ দেব-পূজা ও খাদ্যার্থে এই চিনি ব্যবহার করিয়া থাকেন। এই চিনি "কলের" চিনির ন্যায় বড় দানা-বিশিষ্ট নহে।

চিনি শুভ্রবর্ণ, দানা-বিশিষ্ট, আস্বাদনে মিষ্ট এবং জলে সহজেই দ্রবণীয়। অল্প পরিমাণে জল-মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে দানাগুলি ভাঙ্গিয়া যায়; এরূপ অবস্থায় ইহা বার্লি-সুগার্ (Barley-sugar) নামে অভিহিত হইয়া থাকে। চিনি অধিক উত্তপ্ত হইলে উহার জলীয় অংশ দূরীভূত হইয়া যায় এবং উহা ক্যারামেল্ (Caramel) নামক এক প্রকার কৃষ্ণাভ রক্তবর্ণ পদার্থে পরিণত হয়। পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে যে ইক্ষু-শর্করার সহিত জল-মিশ্রিত খনিজ-দ্রাবক মিশ্রিত করিয়া উত্তপ্ত করিলে দ্রাক্ষা-শর্করা ও ফল-শর্করা প্রস্তুত হইয়া থাকে; এই উপায়ে পরিবর্ত্তিত চিনিকে ইংরাজীতে ইন্‌ভার্ট্ সুগার্ (Invert sugar) কহিয়া থাকে। ইক্ষু-শর্করা সহজে গাঁজিয়া যায় না। ঈষ্ট্ (Yeast) নামক পদার্থের অন্তর্ভূত অন্য এক প্রকার সূক্ষ্ম উদ্ভিদাণু সংযোগে ইক্ষু-শর্করা প্রথমতঃ দ্রাক্ষা ও ফল-শর্করায় পরিণত হয় এবং তৎপরে ঈষ্ট্ দ্বারা তন্মধ্যে গাঁজন-ক্রিয়া (Fermentation) উপস্থিত হইয়া সুরা ও কার্ব্বন্ ডাই-অক্সাইড্ উৎপন্ন হইয়া থাকে। ইক্ষু-শর্করা দ্বারা ফেলিংএর দ্রাবণে কোন পরিবর্ত্তন সাধিত হয় না।

ইক্ষু-শর্করার স্বরূপ নিরূপণ।

১। ইক্ষু-শর্করার দ্রাবণে জল-মিশ্রিত সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ অল্প পরিমাণে যোগ করিয়া অধিকক্ষণ ফুটাও; পরে উহাকে ফেলিংএর দ্রাবণের সহিত একত্রিত করিয়া উত্তপ্ত করিলে রক্তবর্ণ কিউপ্রস্ অক্সাইড্ (Cuprous oxide) অধঃস্থ হইবে।

৩। ফল-শর্করা (Fruit-sugar)—ইহা দ্রাক্ষা-শর্করার সহিত একত্রে নানাবিধ মিষ্ট ফলের মধ্যে প্রাপ্ত হওয়া যায়। ফলের মধ্যে যে ইক্ষু-শর্করা থাকে, ফল পাকিবার সময় তন্মধ্যস্থ অম্ল অথবা অন্য উৎসেচক পদার্থের সংযোগে তাহা দ্রাক্ষা ও ফল-শর্করায় পরিণত হয়; ইহা মিষ্টত্বে ইক্ষু-শর্করার সহিত সমান এবং ফেলিংএর দ্রাবণের সহিত একত্রিত হইয়া উত্তপ্ত হইলে রক্তবর্ণ কিউপ্রস্ অক্সাইড্ (Cuprous oxide) অধঃস্থ হয়।

৪। দুগ্ধ-শর্করা (Sugar of milk)—এই শর্করা দুগ্ধের মধ্যে প্রাপ্ত হওয়া যায়। দুগ্ধ হইতে ছানা কাটাইয়া লইলে যে জলীয় ভাগ অবশিষ্ট থাকে, তন্মধ্যে এই শর্করা দ্রবাবস্থায় অবস্থিতি করে। ঐ জলীয় অংশ উত্তাপ সংযোগে শুষ্ক করতঃ পরিষ্কৃত করিয়া লইলে এই পদার্থ প্রস্তুত হইয়া থাকে।

গোদুগ্ধ ও স্তনদুগ্ধে যে সকল পদার্থ বর্ত্তমান থাকে, তাহাদিগের শতকরা ভাগ (Percentage) নিম্নে প্রদত্ত হইল :—

	গোদুগ্ধ (শতকরা)।	স্তনদুগ্ধ (শতকরা)।
জল (Water)	৮৬'৮	৮৮'৹
কেজিন্ (Casein)	৪'০	২'৯৭
দুগ্ধ-শর্করা (Sugar of milk)	৪'৮	৫'৮৭
মাখন (Butter)	৩'৭	২'৯০
খনিজ পদার্থ (Mineral matter) ...	'৭	'২৬
মোট	১০০	১০০

স্তনদুগ্ধে কেজিন্ ও মাখন এই উভয় পদার্থের ভাগ অল্প এবং দুগ্ধ-শর্করা ও জলের ভাগ অধিক থাকে, এইজন্য এই দুগ্ধ শিশুরা সহজে পরিপাক করিতে পারে।

দুগ্ধ-শর্করা গাঁজিয়া যাইলে ল্যাক্‌টিক্ এসিড্ (Lactic acid) নামক একপ্রকার দ্রাবক উৎপন্ন হয় এবং তৎসংযোগে দুগ্ধ "ছিঁড়িয়া" যায় অর্থাৎ দধির আকারে জমিয়া যায়। দুগ্ধ যে কোন অম্লসংযোগে দধিতে পরিণত হইয়া থাকে। দুগ্ধ হইতে মাখন প্রস্তুত করা হয়; মাখনে যথেষ্ট পরিমাণে জল মিশ্রিত থাকে। মাখন জ্বাল দিলে এই জলীয় অংশ দূরীভূত হইয়া যায় এবং যে তৈল-অংশ অবশিষ্ট থাকে, তাহাকে ঘৃত কহে। শীতল হইলে ঘৃতের কিয়দংশ দানার আকারে পৃথক্ হয় এবং অবশিষ্টাংশ তরলাবস্থায় থাকে; শৈত্যের আধিক্য হইলে সমস্ত অংশই কঠিন হইয়া জমিয়া যায়। মাখন ও ঘৃত এই উভয়ই তৈল-পদার্থ।

দুগ্ধ-শর্করা ইক্ষু-শর্করা অপেক্ষা মিষ্টত্বে নিকৃষ্ট এবং জলেও সেরূপ দ্রবণীয় নহে।

৫। **যব-শর্করা** (Maltose)—যবের অঙ্কুরোদ্গম হইলে তন্মধ্যে একপ্রকার উৎসেচক পদার্থ উৎপন্ন হয়; ইংরাজীতে উহাকে মল্ট্ ডায়াষ্টেজ্ (Malt diastase) কহে। এই উৎসেচক পদার্থ শ্বেত-সারের সহিত একত্রিত হইলে যব-শর্করা উৎপন্ন হয়। যব-শর্করা শ্বেতবর্ণ ও দানা-বিশিষ্ট, ইহা জল-মিশ্রিত দ্রাবকের সহিত মিলিত ও উত্তপ্ত হইলে দ্রাক্ষা-শর্করায় পরিণত হয়।

৬। **শ্বেত-সার** (Starch)—উদ্ভিদ্-জগতে এই পদার্থ যথেষ্ট পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়। আমরা যে সকল উদ্ভিজ্জ পদার্থ ভক্ষণ করিয়া থাকি, তাহার অধিকাংশই শ্বেত-সার-ঘটিত। চাউল, দাইল, গম, যব, ভুট্টা, জই, ছোলা, আলু, মানকচু, রাঙ্গাআলু, এরারুট্, সাগুদানা, কাঁচাকলা, পানিফল প্রভৃতি নানাবিধ উদ্ভিজ্জ খাদ্য-পদার্থ মধ্যে শ্বেত-সার প্রচুর পরিমাণে অবস্থিতি করে।

আমেরিকায় ভুট্টা হইতে এবং ইউরোপে গোল আলু হইতে শ্বেত-সার প্রস্তুত হইয়া থাকে। ভুট্টাকে প্রথমে গরম জলে ভিজাইয়া রাখিতে হয়; এইরূপে দানাগুলি কিঞ্চিৎ নরম হইলে উহাদিগকে জাঁতায় পিষিয়া জলে ধৌত করিলে দুগ্ধের ন্যায় যে শ্বেতবর্ণ তরল পদার্থ নির্গত হয়, তাহা কিয়ৎক্ষণ কোন পাত্রে স্থিরভাবে রাখিয়া দিলে শ্বেত-সার পাত্রের তলদেশে সঞ্চিত হয়। উপরিস্থিত জলভাগ ঢালিয়া অধঃস্থ শ্বেত-সারের সহিত প্রথমতঃ অল্প পরিমাণ কষ্টিক্ সোডার ক্ষীণ দ্রাবণ মিশ্রিত করিতে হয়; পরে জল দ্বারা উহাকে পুনর্ব্বার উত্তমরূপে ধৌত করতঃ শুষ্ক করিয়া লইলেই শ্বেত-সার প্রস্তুত হয়। এইরূপে শ্বেত-সারের সহিত তৈলাদি যে কোন পদার্থ মিশ্রিত থাকে, তাহা দূরীভূত হইয়া বিশুদ্ধ শ্বেত-সার প্রস্তুত হয়।

শ্বেত-সার শুভ্রবর্ণ ও মসৃণ; ইহা শীতল জলে দ্রবণীয় নহে কিন্তু অত্যুষ্ণ জলে দ্রব হইয়া বর্ণহীন আঠাল মণ্ড প্রস্তুত করিয়া থাকে। এইরূপে বার্লি, সাগু, এরারুট্ প্রভৃতির মণ্ড প্রস্তুত হইয়া খাদ্যরূপে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। অণুবীক্ষণ-যন্ত্র সাহায্যে শ্বেত-সারের মধ্যে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অসংখ্য কোষ দেখিতে

পাওয়া যায়। উদ্ভিদ্‌ভেদে তন্মধ্যস্থ শ্বেত-সারের কোষের গঠন বিভিন্ন হইতে দেখা যায়। ময়দার মধ্যে যে শ্বেত-সার থাকে তাহার কোষের গঠন, ছোলা, চাউল, দাইল, আলু, এরারুট্ প্রভৃতি অন্যান্য পদার্থের শ্বেত-সারের কোষের গঠন হইতে সম্পূর্ণ বিভিন্ন। অণুবীক্ষণ-যন্ত্র সাহায্যে শ্বেত-সারের কোষ পরীক্ষা করিয়া ময়দা, চাউল, আলু, এরারুট্ প্রভৃতি পদার্থকে পরস্পর হইতে পৃথক্ করা যায়। প্রত্যেক কোষের মধ্যে কতকগুলি স্তর উপর্য্যুপরি অবস্থিত থাকিতে দেখা যায়; মধ্যে বা পার্শ্বে একটী ক্ষুদ্র ছিদ্র (Hilum) থাকে। শ্বেত-সার, দ্রাবক বা কোন উৎসেচক পদার্থ সংযোগে প্রথমতঃ দ্রাক্ষা-শর্করায় পরিণত হয়; পরে ঐ দ্রাক্ষা-শর্করা গাঁজিয়া উঠিলে সুরা প্রস্তুত হইয়া থাকে। শ্বেত-সার হইতে যে এইরূপে সুরা প্রস্তুত হয়, তাহা পূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে।

শ্বেত-সার ১৫০°C তাপ-মাত্রায় উত্তপ্ত হইলে জলে দ্রবণীয় একপ্রকার শুষ্ক আঠাল পদার্থ প্রস্তুত হইয়া থাকে; এই পদার্থ ডেক্স্‌ট্রিন্ (Dextrine) বা বিলাতি গঁদ (British gum) নামে প্রসিদ্ধ।

শ্বেত-সার অতীব প্রয়োজনীয় খাদ্য; ইহা দ্বারা শরীরে উত্তাপ ও বল উৎপন্ন হইয়া থাকে। কাপড়ে ও কাগজে মাড় দিবার জন্য শ্বেত-সার বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

গম চূর্ণ করিয়া যে শ্বেতবর্ণ পদার্থ প্রস্তুত হয়, তাহাকে আমরা ময়দা বলিয়া থাকি। এইরূপে চাউল চূর্ণ করিলে সবেদা, যব ও ছোলা চূর্ণ করিলে ছাতু এবং দাইল চূর্ণ করিলে বেসম প্রস্তুত হয়। এই সকল চূর্ণ পদার্থ মধ্যে শ্বেত-সারের পরিমাণ অত্যন্ত অধিক থাকে। গমে ও দাইলে শ্বেত-সারের ভাগ চাউল অপেক্ষা কম এবং নাইট্রোজেন্-যুক্ত-পদার্থের ভাগ অধিক থাকে; এইজন্য ময়দা ও দাইল, চাউল অপেক্ষা অধিক সারবান খাদ্য। ময়দার মধ্যে অবস্থিত নাইট্রোজেন্-যুক্ত পদার্থকে গ্লুটেন্ (Gluton) কহে এবং দাইলের মধ্যে যে তদনুরূপ পদার্থ থাকে, তাহাকে লেগুমিন্ (Legumin) কহে। ইহাদিগের খাদ্যগুণ মৎস্য, মাংস অথবা ছানার সমতুল্য। ময়দা কাপড়ের মধ্যে বাঁধিয়া জলে উত্তমরূপে ধৌত করিলে উহার শ্বেত-সারাংশ বাহির হইয়া যায় এবং বস্ত্র মধ্যে একপ্রকার আঠাল পদার্থ অবশিষ্ট থাকে; ইহাই গ্লুটেন্ নামে অভিহিত।

গম, চাউল, দাইল, যব ও গোল আলুর মধ্যে শতকরা কত ভাগ নাইট্রোজেন্-ঘটিত ও অন্যান্য পুষ্টিকর দ্রব্য থাকে, তাহা নিম্নলিখিত তালিকা দৃষ্টে জানিতে পারা যায় :—

	প্রোটীন্ বা নাইট্রোজেন্-ঘটিত পদার্থ।	শ্বেত-সার।	মাখন-জাতীয় বা তৈল পদার্থ।	জল।	লাবণিক পদার্থ।	সেলিউ-লোজ্।
গম ...	১২'৮	৬৭'৯	১'৪	১৩'৮	১'৮	২'৫
চাউল ...	৭'৯	৭৬'৫	'৯	১৩'১	১'০	'৬
দাইল ...	২৪'৮	৫৪'৮	১'৯	১২'৫	২'৪	৩'৬
যব ..	১১'১	৬৪'৯	২'২	১৩'৩	২'৭	৫'৮
আলু ...	২'০	২১'৫	'২	৭৪'৬	১'০	'৭

মাংস অপেক্ষা দাইলে নাইট্রোজেন্-ঘটিত সার পদার্থের পরিমাণ অধিক থাকে ; মৎস্য ও মাংসে শতকরা ১৭।১৮ ভাগের অধিক নাইট্রোজেন্-ঘটিত পদার্থ থাকে না। দাইল অতিশয় পুষ্টিকর খাদ্য, কিন্তু অর্দ্ধ সিদ্ধ অবস্থায় খাইলে পরিপাক হইতে বিলম্ব হয়।

ময়দা হইতে আমরা লুচি, রুটী প্রভৃতি খাদ্যদ্রব্য প্রস্তুত করিয়া থাকি। হাতে গড়া রুটী অপেক্ষা পাঁউরুটী অধিকতর সুপাচ্য ; ইহার কারণ এই যে পাঁউরুটীর মধ্যে শ্বেত-সারের কোষগুলি যেরূপ সুসিদ্ধ হয়, হাতে গড়া রুটীর মধ্যে সেরূপ হয় না। পাঁউরুটী প্রস্তুত করিতে হইলে ময়দাকে উত্তমরূপে মাখিয়া তাল প্রস্তুত করতঃ উহার সহিত অল্প পরিমাণে বাই-কার্ব্বনেট্ অফ্ সোডা এবং টার্টারিক্ এসিড্ অথবা অল্প পরিমাণে ঈষ্ট্ (Yeast) নামক উৎসেচক পদার্থ মিশ্রিত করা হয়। ঈষ্ট্ যোগ করিয়া ময়দার তালটী উষ্ণ স্থানে রাখিলে শ্বেত-সার মধ্যে গাঁজন-ক্রিয়া উপস্থিত হইয়া কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ উৎপন্ন হয়। এইরূপে তালটী স্ফীত হইয়া উঠে এব উহার অভ্যন্তর প্রদেশ মৌচাকের ন্যায় ছিদ্রযুক্ত হয়। পরে ঐ তালটী ছাঁচের ভিতর রাখিয়া চুল্লীর মধ্যে রক্ষিত হইলে

উত্তাপ সংযোগে উহার ভিতর হইতে সমস্ত কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ নির্গত হইয়া যায়; এইরূপে তালটী আয়তনে বর্দ্ধিত ও লঘু হয়।

আমরা যে "আটা" ব্যবহার করি, তাহাতে গমের খোসা (ভূসি) অধিক পরিমাণে সূক্ষ্ম চূর্ণাকারে মিশ্রিত থাকে। ময়দা হইতে সুজি প্রস্তুত হইয়া থাকে। ইহা নানাবিধ খাদ্য প্রস্তুত করিবার জন্য ব্যবহৃত হয়। যাঁতাভাঙ্গা আটার মধ্যে "ভাইটামিন্" অধিক পরিমাণে থাকে।

শ্বেত-সারের স্বরূপ নিরূপণ।

১। শ্বেত-সার অত্যুষ্ণ জলে দ্রব করিয়া শীতল করতঃ তন্মধ্যে আইওডিনের (Iodine) দ্রাবণ যোগ করিলে দ্রাবণ নীলবর্ণ ধারণ করে; উত্তাপ প্রয়োগ করিলে ঐ নীলবর্ণ দ্রাবণ বর্ণহীন হইয়া যায়।

৭। সেলিউলোজ্ (Cellulose)—উদ্ভিদ্ মাত্রেই অসংখ্য ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কোষ (Cell) দ্বারা গঠিত। কোষগুলির বাহিরের আবরণ অপেক্ষাকৃত কঠিন এবং তন্মধ্যে সেলিউলোজ্ নামক পদার্থ অধিক পরিমাণে অবস্থিত করে। কাষ্ঠমাত্রেরই প্রধান উপাদান সেলিউলোজ্। তুলা এবং ব্লটিং কাগজের প্রায় সমস্ত অংশই বিশুদ্ধ সেলিউলোজ্ দ্বারা গঠিত। কাষ্ঠের মধ্যে সেলিউলোজের সহিত অন্যান্য কতিপয় পদার্থ মিশ্রিত থাকে।

সেলিউলোজ্, জল, সুরা-সার প্রভৃতি তরল পদার্থে সহজে দ্রব হয় না। ইহা উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিডে দ্রব হয় এবং ঐ দ্রাবণের সহিত জল-মিশ্রিত করিলে প্রথমতঃ ডেক্স্‌ট্রিন্ ও তৎপরে দ্রাক্ষা-শর্করা উৎপন্ন হয়।

সেলিউলোজের সহিত উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ ও নাইট্রিক্ এসিড্ একত্রে মিশ্রিত করিয়া গন্‌কটন্ (Gun cotton) নামক একটী সহজদাহ্য, স্ফোটন-শীল (Explosive) পদার্থ প্রস্তুত হইয়া থাকে। গন্‌কটন্ প্রস্তুত করিবার জন্য অন্য সেলিউলোজের পরিবর্ত্তে তুলা ব্যবহৃত হয়। অগ্নি সংযুক্ত হইলে গন্‌কটন্ শীঘ্র জ্বলিয়া যায় কিন্তু কোনরূপে আঘাত প্রাপ্ত হইলে এই পদার্থের ভয়ঙ্কর স্ফোটন উপস্থিত হয়। এই জন্য ইহা সময়ে সময়ে বারুদের পরিবর্ত্তে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। সুরা-সার ও ঈথরের সহিত গন্‌কটন্ মিশ্রিত করিলে কলোডিয়ন্ (Collodion) নামক একপ্রকার তরল পদার্থ প্রস্তুত হয়। ইহা বায়ু সংস্পর্শে শীঘ্র শুষ্ক হইয়া অতি সূক্ষ্ম স্বচ্ছ কঠিন আবরণে পরিণত

হয়। ফটোগ্রাফি এবং অস্ত্র-চিকিৎসায় কলোডিয়ন্ যথেষ্ট পরিমাণে ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

গন্‌কটনের সহিত কর্পূর মিশ্রিত করিলে সেলিউলয়েড্ (Celluloid) নামক নমনীয় (Plastic) শ্বেতবর্ণ একপ্রকার পদার্থ প্রস্তুত হয়। সামান্য উত্তাপ প্রয়োগ করিলে ইহা নরম হয় এবং তখন ইহা দ্বারা ইচ্ছামত নানাবিধ দ্রব্য প্রস্তুত করা যাইতে পারে। শীতল হইলে ঐ সকল দ্রব্য কঠিনত্ব প্রাপ্ত হয়। সেলিউলয়েড্ হইতে কেথিটার্ (Catheter) প্রভৃতি যন্ত্র এবং চিরুণী প্রভৃতি অন্যান্য প্রয়োজনীয় পদার্থ নির্ম্মিত হইয়া থাকে।

পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে যে ব্লটিং কাগজ বিশুদ্ধ সেলিউলোজ্ হইতে গঠিত। ব্লটিং ব্যতীত অন্যান্য কাগজেরও প্রধান উপাদান সেলিউলোজ্। কাগজ প্রস্তুত করিতে হইলে গাছের ছাল বা আঁইস, খড়, ঘাস, ছিন্ন বস্ত্র প্রভৃতি সেলিউলোজ্-ঘটিত পদার্থ পরিষ্কৃত করিয়া প্রথমতঃ কষ্টিক্ সোডার দ্রাবণের সহিত ফুটাইতে হয়। পরে ঐ পদার্থকে যন্ত্র সাহায্যে উত্তমরূপে কুটিয়া মণ্ডের আকারে পরিণত করা হয়। ঐ মণ্ডকে ব্লীচিং পাউডার্ (Bleaching powder) দ্বারা শুভ্রবর্ণ করতঃ অধিক পরিমাণ জলের সহিত মিশ্রিত করিয়া পাতলা করা হয়। কাষ্ঠনির্ম্মিত উত্তপ্ত দুইটী রোলারের (Roller) মধ্যে দিয়া ঐ পাতলা মণ্ড পরিচালিত করিলে উহা পেষিত ও শুষ্ক হয় এবং এইরূপে কাগজ প্রস্তুত হইয়া থাকে।

৮। গঁদ (Gum)—আমাদের দেশে বাব্‌লা গাছ হইতে যথেষ্ট পরিমাণে গঁদ-আঠা প্রাপ্ত হওয়া যায়। এতদ্ব্যতীত সজিনা, জিউলী প্রভৃতি অপর কতকগুলি বৃক্ষ হইতেও একপ্রকার আঠা প্রচুর পরিমাণে পাওয়া যায়। আফ্রিকা দেশের পশ্চিমাংশে বাব্‌লাজাতীয় একপ্রকার বৃক্ষ জন্মিয়া থাকে; এই বৃক্ষ হইতে যে গঁদ-আঠা প্রাপ্ত হওয়া যায়, তাহা এদেশীয় বাব্‌লার আঠা অপেক্ষা শুভ্র ও অনেকাংশে উৎকৃষ্ট। ইহা গম্ এরেবিক্ (Gum Arabic) নামে উক্ত হইয়া থাকে। ঔষধার্থে এবং আঠার কার্য্যের জন্য ইহা যথেষ্ট পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। তিসি, ইসবগুল্, তোপ্‌মারি প্রভৃতি কতকগুলি বীজের মধ্যে একপ্রকার আঠাল পদার্থ থাকে। বীজগুলি জলে ফেলিলে ঐ আঠাল পদার্থ স্ফীত হইয়া বীজগুলির গাত্রে সংলগ্ন হয়; এই হেতু বীজগুলি অত্যন্ত

পিচ্ছিল হয়। এইরূপ আঠাকে ইংরাজীতে মিউসিলেজ্ (Mucilege) কহে।

গঁদের স্বরূপ নিরূপণ।

১ম। গঁদের দ্রাবণে সুরা-সার যোগ করিলে শ্বেতবর্ণ পদার্থ অধঃস্থ হয়।

২য়। গঁদের দ্রাবণে লেড্ এসিটেটের (Lead acetate) দ্রাবণ মিশ্রিত করিলে শ্বেতবর্ণ পদার্থ অধঃস্থ হয়।

৯। ডেক্স্ট্রিন্ (Dextrine)—ইহাকে বিলাতী গঁদ কহে। শ্বেত-সার ১৫০°C তাপ-মাত্রায় উত্তপ্ত হইলে এই পদার্থ প্রস্তুত হয়। মল্টের এক্স্ট্রাক্ট্ (Malt extract) শ্বেত-সারের সহিত মিশ্রিত হইলে যব-শর্করার সহিত এই পদার্থ উৎপন্ন হয়। ইহা জলে সহজেই দ্রবণীয় কিন্তু সুরা-সারে দ্রব হয় না। জল-মিশ্রিত দ্রাবকের সহিত উহাকে ফুটাইলে দ্রাক্ষা-শর্করা উৎপন্ন হয়।

সপ্তম পরিচ্ছেদ।

—(::)—

বসা ও তৈল শ্রেণী (Fats and Oils)

জান্তব ও উদ্ভিজ্জ তৈল।—চর্ব্বি, মাখন, ঘৃত, তৈল প্রভৃতি পদার্থ এই শ্রেণীর অন্তর্গত। ইহাদিগের মধ্যে কতকগুলি জান্তব ও অপরগুলি উদ্ভিজ্জ। প্রাণীদিগের শরীর মধ্যে যে চর্ব্বি থাকে, এবং গো, মহিষ প্রভৃতির দুগ্ধ হইতে যে মাখন প্রাপ্ত হওয়া যায়, তাহারা জান্তব তৈল বা চর্ব্বিশ্রেণীর অন্তর্গত ; কডলিভার্ তৈলও এই শ্রেণীর অন্তর্গত। সাধারণতঃ উহাদিগকে বসা (Fat) বলা যায়। বাদাম, সরিষা, তিল প্রভৃতির শস্য হইতে যে তৈল উৎপন্ন হয়, তাহা উদ্ভিজ্জ তৈল-শ্রেণীর অন্তর্গত। এতদ্ব্যতীত মধু-চক্র হইতে মোম এবং উদ্ভিদ্ বিশেষ হইতে মোমের ন্যায় যে একপ্রকার স্বচ্ছ পদার্থ পাওয়া যায়, তাহাও বসা বিশেষ।

তৈল ও বসা পরস্পরের মধ্যে রাসায়নিক উপাদান সম্বন্ধে কোন বিশেষ প্রভেদ নাই। পূর্ব্বে যে খনিজ ও অর্গানিক (Organic) দ্রাবকের বিষয় উক্ত হইয়াছে, বসা ও তৈলের মধ্যে সেইরূপ একপ্রকার দ্রাবক বিদ্যমান থাকে। ইহাকে ইংরাজীতে বসা-দ্রাবক (Fatty acid) কহে। পূর্ব্বে যে গ্লিসেরিন্ নামক পদার্থের উল্লেখ করা গিয়াছে, উহার সহিত বসা-দ্রাবকের রাসায়নিক মিলন উপস্থিত হইয়া চর্ব্বি, ঘৃত, তৈল প্রভৃতি সকল প্রকার বসা ও তৈল প্রস্তুত হইয়া থাকে। যত প্রকার বসা-দ্রাবক আছে, তন্মধ্যে ষ্টিয়ারিক্ (Stearic), পামিটিক্ (Palmitic) এবং ওলিক্ (Oleic) নামক তিনটী বসা-দ্রাবকই সর্ব্ব প্রধান। চর্ব্বির মধ্যে প্রধানতঃ ষ্টিয়ারিক্ এসিড্ (Stearic acid), নারিকেল তৈলে পামিটিক্ এসিড্ (Palmitic acid) এবং তিল ও অলিভ্ (Olive) তৈলে ওলিক্ এসিড্ (Oleic acid) গ্লিসেরিনের সহিত মিলিত হইয়া অবস্থিতি করে। ইহারা যথাক্রমে ষ্টিয়ারিন্ (Stearin), পামিটিন্ (Palmitin) ও ওলিন্ (Oleine) নামে অভিহিত। নারিকেল তৈলে পামিটিক্ এসিড্ ব্যতীত লরিক্ এসিড্

(Lauric acid) নামক অপর একটী বসা-দ্রাবক অধিক পরিমাণে থাকে। ওলিন্ অত্যন্ত অধিক শীতল না হইলে জমিয়া যায় না; কিন্তু ষ্টিয়ারিন্ সহজ তাপ-মাত্রায় এবং পামিটিন্ সামান্য শীতল হইলেই জমিয়া যায়। যে তৈলে ওলিনের পরিমাণ অধিক থাকে, তাহা সহজে জমে না; নারিকেল তৈলে ওলিন্ অত্যন্ত অল্প মাত্রায় আছে বলিয়া উহা শীতল হইলে "বসিয়া" যায়। এতদ্ব্যতীত মাখনের মধ্যে যে অন্য এক প্রকার বসা-দ্রাবক আছে, তাহার মধ্যে একটীর নাম বিউটিরিক্ এসিড (Butyric acid)।

কতকগুলি উদ্ভিজ্জ-তৈল বায়ু সংস্পর্শে শীঘ্র ঘন ও শুষ্ক হইয়া যায়, অপরগুলি সেরূপ হয় না। মসিনা বা তিসির তৈল প্রথম শ্রেণীর এবং তিল তৈল, সর্ষপ তৈল প্রভৃতি দ্বিতীয় শ্রেণীর অন্তর্গত। মসিনা তৈল বাতাস লাগিয়া ঘন ও শুষ্ক হয় বলিয়া রঙ দিবার জন্য ইহা যথেষ্ট পরিমাণে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। কাঁচা মসিনা তৈল ফুটাইয়া লইলে ঐ তৈল বায়ু সংস্পর্শে শীঘ্র শুষ্ক হয়; ইহাকে "পাকা" তৈল কহে।

আমাদের দেশে চীনাবাদাম, পোস্তদানা ও মহুয়া প্রভৃতি নানাবিধ ফল ও বীজ হইতে যথেষ্ট পরিমাণে তৈল প্রস্তুত করা হইয়া থাকে। মহুয়ার তৈল নারিকেল তৈলের মত জমিয়া যায়। এই সমস্ত তৈল সুলভ বলিয়া যথেষ্ট পরিমাণে ঘৃতের সহিত মিশ্রিত করিয়া ঘৃতকে দূষিত ও বিকৃত করা হয়। আমরা সচরাচর যে বিলাতী মোমবাতি ব্যবহার করিয়া থাকি, তাহা ষ্টিয়ারিন্ দ্বারা নির্ম্মিত। আল্‌কাতরা এবং পেট্রোলিয়ম্ হইতে উৎপন্ন প্যারাফিন্ (Paraffin) নামক অপর একপ্রকার দাহ্য-পদার্থ হইতেও বিলাতী মোমবাতি প্রস্তুত হইয়া থাকে।

কতকগুলি তৈল অত্যন্ত তরল—যেমন তিল তৈল; অপর কতক-গুলি অত্যন্ত গাঢ়—যেমন রেড়ির তৈল। মাখন, ঘৃত, সর্ষপ তৈল, চর্ব্বি প্রভৃতি পদার্থ আমাদিগের একটী প্রধান খাদ্য। শ্বেত-সার ঘটিত খাদ্যের ন্যায় ইহারা শারীরিক উত্তাপ ও বল উৎপাদন করে।

খনিজ-তৈল।—জান্তব ও উদ্ভিজ্জ তৈল ব্যতীত ভূমির মধ্য হইতে যে একপ্রকার তৈল প্রাপ্ত হওয়া যায়, তাহাকে মৃত্তিকা বা খনিজ তৈল

(Petroleum) কহে। কেরোসিন্ তৈল ইহার প্রধান উদাহরণ স্থল। ইহার মধ্যে কোন বসা-দ্রাবক থাকে না, ইহা শুদ্ধ হাইড্রোজেন্ ও কার্ব্বনের মিলনে উৎপন্ন। ইতিপূর্ব্বে কেরোসিন্ তৈলের বিষয় বর্ণিত হইয়াছে (৩৭৯।৩৮০ পৃষ্ঠা দেখ)।

সাবান (Soap)—গাত্র বা বস্ত্রাদি পরিষ্কৃত করিবার নিমিত্ত সাবান একটী বিশেষ প্রয়োজনীয় দ্রব্য। তৈল ও বসা হইতে সাবান প্রস্তুত হইয়া থাকে। তৈল বা বসার সহিত কষ্টিক্ পটাশ্ বা কষ্টিক্ সোডার দ্রাবণ মিশ্রিত করিয়া ফুটাইলে পটাশ্ বা সোডা বসা-দ্রাবকের সহিত মিলিত হইয়া সাবানে পরিণত হয়; এক্ষণে ঐ দ্রাবণে কিঞ্চিৎ পরিমাণ খাদ্য-লবণ যোগ করিলে সাবানের চাপ উপরে ভাসিয়া উঠে। উহাকে পৃথক্ করতঃ ছাঁচে ঢালিয়া শুষ্ক করিয়া লইলেই ব্যবহারোপযোগী সাবান প্রস্তুত হইয়া থাকে। কষ্টিক্ সোডা হইতে যে সাবান প্রস্তুত হয়, তাহাকে কঠিন সাবান (Hard soap) ও কষ্টিক্ পটাশ হইতে যে সাবান প্রস্তুত হয়, তাহাকে কোমল সাবান (Soft soap) কহে। সাবান ছাঁচে ঢালিবার সময় যখন কোমল অবস্থায় থাকে, তখন উহাতে গন্ধ দ্রব্যাদি মিশ্রিত করিয়া গায়ে মাখিবার সুগন্ধি সাবান প্রস্তুত হইয়া থাকে। চর্ব্বি সুলভ বলিয়া উহা হইতে সাবান প্রস্তুত হইয়া থাকে, কিন্তু মহুয়া, তিল, চীনাবাদাম, নারিকেল প্রভৃতি তৈল হইতেও উত্তম সাবান প্রস্তুত করা যাইতে পারে। সাবানের চাপ ভাসিয়া উঠিলে পাত্র মধ্যে যে জলীয় পদার্থ অবশিষ্ট থাকে, তাহাতে গ্লিসেরিন্ নামক পদার্থ দ্রব হইয়া থাকে। এই দ্রাবণ শুষ্ক করিয়া লইলে গ্লিসেরিন্ প্রাপ্ত হওয়া যায় (৪০২ পৃষ্ঠা দেখ)।

তৈল-লিপ্ত পদার্থ মাত্রেই সাবান সংযোগে পরিষ্কৃত হয়। আমাদিগের দেহ ও মলিন বস্ত্রাদি এই কারণে সাবানের দ্বারা ধৌত হইলে পরিষ্কৃত হইয়া যায়।

পূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে যে জলমাত্রেই সাবান ঘসিলে সহজে ফেনা হয় না। কোন কোন জলে সাবান ঘসিবামাত্রেই যথেষ্ট পরিমাণে ফেনা হয়; অন্য প্রকার জলে অধিক পরিমাণে সাবান না ঘসিলে ফেনা উৎপন্ন হয় না। যে জলে সাবান ঘসিলে শীঘ্র ফেনা হয়, তাহাকে কোমল বা মিঠা জল (Soft water) কহে এবং যে জলে সাবান ঘসিলে সহজে ফেনা হয় না, তাহাকে কঠিন বা কড়া জল (Hard water) কহে।

পরিষ্কার পরিচ্ছন্নতা সভ্যজাতির একটী প্রধান লক্ষণ। পরিচ্ছন্নতা রক্ষা করিবার পক্ষে সাবান প্রধান উপযোগী ; এজন্য একজন পণ্ডিত বলিয়াছেন যে "যে দেশ যত সভ্য হইবে, সে দেশে সাবানের ব্যবহার সেই পরিমাণে বৃদ্ধি হইতে থাকিবে"।

অষ্টম পরিচ্ছেদ।

—:*:—

বেঞ্জিন্ বা এরোমাটিক্ শ্রেণী।

ইতিপূর্ব্বে বেঞ্জিন্ এবং তদুৎপন্ন নাইট্রোবেঞ্জিন্, এনিলিন্ প্রভৃতি অন্যান্য প্রয়োজনীয় কয়েকটী পদার্থের বিষয় সংক্ষেপে উল্লেখ করা গিয়াছে (৩৮১।৩৮২ পৃষ্ঠা দেখ)। এক্ষণে ঐ শ্রেণীভুক্ত আর কয়েকটী প্রয়োজনীয় পদার্থের বিষয় এস্থলে আলোচিত হইল।

বেঞ্জোইক্ এসিড্ (Benzoic Acid, $C_7H_6O_2$)

গম্ বেঞ্জোইন্ (Gum Benzoin) নামক বৃক্ষ-নির্য্যাস হইতে এই দ্রাবক প্রাপ্ত হওয়া যায়। অন্যান্য কতিপয় বৃক্ষ-নির্য্যাস মধ্যেও ইহা অবস্থিতি করে। এতদ্ব্যতীত গো-মূত্রে এবং মনুষ্য ও অপরাপর প্রাণীদিগের মূত্র পচিলে তন্মধ্যে ইহা বিদ্যমান থাকে।

প্রস্তুতকরণ প্রণালী—গম্ বেঞ্জোইনে উত্তাপ প্রয়োগ করিল এই দ্রাবক চোলাই হইয়া শ্বেতবর্ণ চিক্কণ ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র পাতার ন্যায় দানার আকারে জমাট বাঁধে।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—ইহা গম্ বেঞ্জোইনের ন্যায় মিষ্টগন্ধ-যুক্ত। এই দ্রাবক জলে সামান্য পরিমাণে দ্রবণীয় কিন্তু সুরায় সহজেই দ্রব হইয়া যায়। বেসের সহিত মিলিত হইলে বেঞ্জোয়েট্ (Benzoate) নামক লবণ প্রস্তুত হয়; প্রায় অধিকাংশ বেঞ্জোয়েট্ জলে দ্রবণীয়। বেঞ্জোইক্ এসিড্ ও সোডিয়ম্ বেঞ্জোয়েট্ ঔষধার্থে ব্যবহৃত হয়।

বেঞ্জোইক্ এসিডের স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

এমোনিয়ম্ বেঞ্জোয়েটের দ্রাবণ পরীক্ষার জন্য গৃহীত হয়।

১। ফেরিক্ ক্লোরাইডের দ্রাবণ সংযোগে বাদামীবর্ণের ফেরিক্ বেঞ্জোয়েট্ নামক লবণ অধঃস্থ হয়:

২। বেঞ্জোইক্ এসিডে উত্তাপ প্রয়োগ করিলে উহা ধূমযুক্ত শিখা বিস্তার করিয়া জ্বলিতে থাকে এবং উহার সমস্ত অংশেই উড়িয়া যায়।

কার্ব্বলিক্ এসিড্ (Carbolic Acid, Phenol, C_6H_5OH)

১। এই দ্রাবক সাধারণতঃ আল্কাত্‌রা (Coal tar) চোয়াইয়া প্রস্তুত হইয়া থাকে। পাতুরে কয়লা চোয়াইলে কোল্ গ্যাস, এমোনিয়া প্রভৃতি পদার্থের সহিত আল্কাতরা নির্গত হইয়া আইসে। আল্কাতরা চোয়াইলে মিড্‌ল্ অয়েল্ (Middle oil) নামক যে তৈলাক্ত পদার্থ প্রাপ্ত হওয়া যায়, তাহার মধ্যে কার্ব্বলিক্ এসিড্ থাকে। ইহার সহিত কষ্টিক্ সোডা মিশ্রিত করিলে কার্ব্বলেট্ অফ্ সোডা (Carbolate of soda) উৎপন্ন হয়। কার্ব্বলেট্ অফ্ সোডার দ্রাবণ পৃথক্ করিয়া উহার সহিত হাইড্রো-ক্লোরিক্ এসিড্ মিশ্রিত করতঃ কার্ব্বলিক্ এসিড্‌কে পৃথক্ করিয়া লওয়া হয়।

২। সোডিয়ম্ স্যালিসিলেটে কষ্টিক্ সোডা ও চূণ যোগ করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে কার্ব্বলিক্ এসিড্ পৃথক হইয়া বাষ্পাকারে নির্গত হয়।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—কার্ব্বলিক্ এসিড্ দেখিতে শ্বেতবর্ণ ও সূচিকার ন্যায় দানা-বিশিষ্ট, ইহার গন্ধ আল্কাতরার গন্ধের ন্যায়। ইহা বায়ু সংস্পর্শে গোলাপীবর্ণ ধারণ করে; বিশেষতঃ কোনরূপ দূষিত পদার্থ ইহার সহিত মিশ্রিত থাকিলেই বর্ণের এইরূপ পরিবর্ত্তন শীঘ্র উপস্থিত হয়। ইহা শীতল অপেক্ষা উষ্ণজলে অধিক দ্রবণীয় এবং সুরা, ঈথর্ ও বেন্‌জিনে সহজেই দ্রব হইয়া যায়। ইহা উৎকৃষ্ট পচন-নিবারক ও দুর্গন্ধ-নাশক; এজন্য অস্ত্রচিকিৎসায় ইহা বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। শরীরের কোন স্থানে লাগিলে তীব্র জ্বালা অনুভূত হয় এবং চর্ম্ম সঙ্কুচিত হইয়া কাল দাগ পড়ে। ইহা একটী বিষাক্ত পদার্থ। আত্মহত্যা সাধনের নিমিত্ত এই বিষ কখন কখন ব্যবহৃত হইয়া থাকে। ভ্রমক্রমে এই বিষ পান করিয়া মৃত্যু সংঘটিত হইয়াছে। উগ্র দ্রাবক সেবন করিলে মুখের ভিতর যে যে স্থানে উহা সংলগ্ন হয়, সেই সেই স্থান শ্বেতবর্ণ ও সঙ্কুচিত হইয়া যায়।

এই দ্রাবক অধিক পরিমাণে উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিডের সহিত মিশ্রিত হইলে সল্‌ফো-কার্ব্বলিক্ এসিড্ নামক দ্রাবক উৎপন্ন হয়। সল্‌ফো-কার্ব্বলিক্

এসিড্ ধাতব অক্সাইড্ বা কার্ব্বনেটের সহিত মিলিত হইলে সল্‌ফো-কার্ব্বলেট্ (Sulpho-carbolate) নামক লবণ প্রস্তুত হয়। পোটাসিয়ম্ ও সোডিয়ম্ সল্‌ফো-কার্ব্বলেট্ কার্ব্বলিক্ এসিডের পরিবর্ত্তে ঔষধরূপে আভ্যন্তরিক প্রয়োগের নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়; জিঙ্ক্ সল্‌ফো-কার্ব্বলেটের দ্রাবণ বাহ্য প্রয়োগের নিমিত্ত ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

কার্ব্বলিক্ এসিডের মধ্যে COOH চিহ্নক শ্রেণী নাই, তজ্জন্য ইহাকে অন্যান্য অর্গানিক্ এসিডের শ্রেণীভুক্ত করা যায় না, তবে অন্যান্য দ্রাবকের ন্যায় ইহাও বেসের সহিত মিলিত হইলে কার্ব্বলেট্ নামক লবণ প্রস্তুত করে।

কার্ব্বলিক্ এসিডের স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

কার্ব্বলিক্ এসিডের জল-মিশ্রিত দ্রাবণ পরীক্ষার জন্য গৃহীত হয়।

১। ফেরিক্ ক্লোরাইডের সহিত মিশ্রিত হইলে দ্রাবণ বেগুণীবর্ণ ধারণ করে। হাইড্রো-ক্লোরিক্ এসিড্ সংযোগে এই বর্ণ নষ্ট হয় কিন্তু এসিটিক্ এসিড্ সংযোগে নষ্ট হয় না (স্যালিসিলিক্ এসিডের সহিত প্রভেদ)।

২। ব্রোমিনের দ্রাবণ সংযোগে শ্বেতবর্ণ ট্রাই-ব্রোমো-ফিনল্ (Tri-bromo-phenol) নামক শ্বেতবর্ণ পদার্থ অধঃস্থ হয়।

৩। কার্ব্বলিক্ এসিডের দ্রাবণে এমোনিয়া যোগ করিয়া তন্মধ্যে হাইপোক্লোরাইট্ অফ্ সোডার দ্রাবণ সামান্য পরিমাণে যোগ করিলে উহা নীলবর্ণ ধারণ করে; পরে উহাতে কোন দ্রাবক যোগ করিলে লোহিতবর্ণ উৎপন্ন হয়।

পিক্রিক্ এসিড্ (Picric Acid, $C_6H_3N_3O_7$)

কার্ব্বলিক্ এসিডের সহিত প্রথমতঃ উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ মিশ্রিত করিলে ফিনল্ সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ প্রস্তুত হয়। পরে উহাতে নাইট্রিক্ এসিড্ যোগ করিলে হরিদ্রাবর্ণ পিক্রিক্ এসিড্ দানার আকারে পৃথক্ হয়। ইহা জলে দ্রবণীয়; রেশমী ও পশমী বস্ত্র রঞ্জিত করিবার জন্য এবং কতিপয় স্ফোটন-শীল পদার্থ প্রস্তুত করণার্থ এই দ্রাবক প্রধানতঃ ব্যবহৃত হয়। ইহা মূত্র-স্থিত এলবুমেন্, উদ্ভিজ্জ-উপক্ষার প্রভৃতি কতিপয় পদার্থের পরিচায়ক। পিক্রিক্ এসিডের দ্রাবণ দাহজনিত ক্ষত চিকিৎসার জন্য ব্যবহৃত হয়।

স্যালিসিলিক্ এসিড্। (Salicylic Acid, $C_7H_6O_3$)

উইণ্টার্ গ্রীন্ (Winter green), সুইট্ বার্চ্ (Sweet birch) প্রভৃতি কতকগুলি উদ্ভিজ্জাত তৈলের মধ্যে এই দ্রাবক অবস্থিতি করে। পূর্ব্বে এই সকল তৈল হইতে স্যালিসিলিক্ এসিড্ প্রস্তুত হইত ; এক্ষণে কার্ব্বলিক্ এসিডের সহিত কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ মিলিত করিয়া এই দ্রাবক প্রচুর পরিমাণে প্রস্তুত করা হয়। সোডিয়ম্ কার্ব্বলেট্‌কে উত্তপ্ত করিয়া উহার সহিত কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাস্ অধিক বায়ু-চাপ সংযোগে একত্রিত করিলে স্যালিসিলেট্ অফ্ সোডিয়ম্ নামক লবণ উৎপন্ন হয় ; হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ সংযোগে এই লবণ হইতে স্যালিসিলিক্ এসিড্‌কে পৃথক্ করা যায়।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—স্যালিসিলিক্ এসিড্ দেখিতে শ্বেতবর্ণ ও দানা-বিশিষ্ট, গন্ধবিহীন এবং আস্বাদনে মধুরাম্ল। ইহা শীতল জলে সামান্য পরিমাণে দ্রবণীয় কিন্তু উষ্ণ জল, সুরা ও ঈথরে সহজেই দ্রব হইয়া যায়। ইহা একটী উৎকৃষ্ট পচন-নিবারক পদার্থ। লেবু প্রভৃতি ফলের রস অত্যল্প পরিমাণ স্যালি-সিলিক্ এসিডের সহিত মিশ্রিত থাকিলে বিকৃত হইয়া যায় না। এই দ্রাবক বেসের সহিত মিলিত হইয়া স্যালিসিলেট্ নামক লবণ প্রস্তুত করে। স্যালিসিলিক্ এসিড্ ও কতিপয় স্যালিসিলেট্ ঔষধার্থে ব্যবহৃত হয়।

স্যালিসিলিক্ এসিড্ অত্যধিক উত্তাপ সংযোগে কার্ব্বলিক্ এসিড্ ও কার্ব্বন্ ডাই-অক্সাইড্ গ্যাসে বিশ্লিষ্ট হইয়া যায়।

স্যালিসিলিক্ এসিডের স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

সোডিয়ম্ স্যালিসিলেটের দ্রাবণ পরীক্ষার জন্য গৃহীত হয়।

১। ফেরিক্ ক্লোরাইডের দ্রাবণের সহিত ইহা মিশ্রিত হইলে দ্রাবণ রক্তাভ-বেগুণীবর্ণ ধারণ করে। এসিটিক্ এসিড্ সংযোগে এই বর্ণ নষ্ট হইয়া যায়।

২। ব্রোমিনের দ্রাবণের সহিত শ্বেতবর্ণ পদার্থ অধঃস্থ হয়।

৩। যে কোন স্যালিসিলেটের সহিত উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ ও মিথিল্ এলকহল্ যোগ করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে উইণ্টার্ গ্রীন্ তৈলের গন্ধ নির্গত হয়।

ট্যানিক্ এসিড্ (Tannic Acid, $C_{14}H_{10}O_9$)

এই দ্রাবক মাজুফল, হরিতকী, আমলকী, বহেড়া প্রভৃতি বহুসংখ্যক কষায়

উদ্ভিজ্জ পদার্থের মধ্যে গ্যালিক্ এসিডের সহিত মিশ্রিত হইয়া অবস্থিতি করে। ইহা চূর্ণাকার, ধূসরবর্ণ ও আস্বাদনে কষায় ; ইহা জলে দ্রবণীয়।

ট্যানিক্ এসিড্ ঔষধার্থে বাহ্য ও আভ্যন্তরিক প্রয়োগের নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়।

ট্যানিক্ এসিডের স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

ট্যানিক্ এসিডের দ্রাবণ পরীক্ষার জন্য গৃহীত হয়।

১। ট্যানিক্ এসিডের দ্রাবণের সহিত ফেরিক্ ক্লোরাইড্ মিশ্রিত হইলে নীলাভ-কৃষ্ণবর্ণ ট্যানেট্ অফ্ আয়রণ্ (Tannate of Iron) অধঃস্থ হয়। এই পদার্থ ইংরাজী কালীরূপে ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

২। জিলেটিনের (Gelatine) দ্রাবণ সংযোগে শ্বেতবর্ণ পদার্থ অধঃস্থ হয় (গ্যালিক্ এসিডের সহিত প্রভেদ)।

গ্যালিক্ এসিড্ (Gallic Acid, $C_7H_6O_5$)

এই দ্রাবক ট্যানিক্ এসিডের সহিত মিশ্রিত হইয়া মাজুফল প্রভৃতি কষায় উদ্ভিজ্জ পদার্থ মধ্যে অবস্থিতি করে, ইহা পূর্ব্বেই বর্ণিত হইয়াছে। ইহা শুভ্রবর্ণ, দানা-বিশিষ্ট, আস্বাদনে কষায় ও জলে দ্রবণীয়।

গ্যালিক্ এসিডের স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

গ্যালিক্ এসিডের দ্রাবণ পরীক্ষার জন্য গৃহীত হয়।

১। ফেরিক্ ক্লোরাইড্ সংযোগে নীলাভ-কৃষ্ণবর্ণ পদার্থ অধঃস্থ হয়।

২। জিলেটিনের দ্রাবণ সংযোগে কোন পদার্থ অধঃস্থ হয় না (ট্যানিক্ এসিডের সহিত প্রভেদ)।

পাইরোগ্যালিক্ এসিড্ (Pyrogallic Acid, $C_6H_6NO_3$)

গ্যালিক্ এসিড্ উত্তাপ সংযোগে বিশ্লিষ্ট হইয়া পাইরোগ্যালিক্ এসিড্ বা পাইরোগ্যালল্ (Pyrogallol) ও কার্ব্বনিক্ এসিড্ গ্যাসে পরিণত হয়।

পাইরোগ্যালিক্ এসিড্ দেখিতে শুভ্রবর্ণ, সূচিকার ন্যায় দানা-বিশিষ্ট ও জলে অতি সহজেই দ্রবণীয়। কষ্টিক্ পটাশের দ্রাবণের সহিত মিশ্রিত হইলে ইহা বায়ু হইতে অক্সিজেন্ শোষণ করিয়া কৃষ্ণবর্ণ ধারণ করে। পাইরোগ্যালিক্ এসিড্ ফটোগ্রাফিতে বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

পাইরোগ্যালিক্ এসিডের স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

পাইরোগ্যালিক্ এসিডের দ্রাবণ পরীক্ষার জন্য গৃহীত হয়।

১। এই দ্রাবণ ফেরিক্ ক্লোরাইড্ সংযোগে রক্তবর্ণ ধারণ করে, কিন্তু ফেরস্ সল্‌ফেটের সহিত একত্রিত হইলে নীলবর্ণ হইয়া যায়।

টার্পিন্ তৈল (Oil of Turpentine)—কোনিফেরি (Coniferеæ) জাতীয় পাইন্ (Pine) নামক কতকগুলি বৃক্ষ হইতে এই তৈল প্রস্তুত হইয়া থাকে।

এই সকল বৃক্ষ হইতে একপ্রকার নির্য্যাস্ প্রাপ্ত হওয়া যায়; ঐ নির্য্যাসকে রুদ্ধ পাত্র মধ্যে রাখিয়া চোয়াইলে টার্পিন্ তৈল বাষ্পাকারে নির্গত হয় এবং পাত্র মধ্যে রজন্ (Rosin or Resin) অবশিষ্ট থাকে। বিশুদ্ধ টার্পিন্ তৈল অতিশয় তরল, স্বচ্ছ ও বর্ণহীন পদার্থ; ইহা সুগন্ধযুক্ত এবং আস্বাদনে ঈষৎ তিক্ত ও কটু। ইহা জল অপেক্ষা লঘু। ইহা তৈলের সহিত সহজেই মিলিত হয়, কিন্তু জলে দ্রবণীয় নহে; সুরা-সার ও ঈথরে ইহা সামান্য পরিমাণে দ্রবণীয়। অনাবৃত পাত্রে রাখিলে ইহা বায়ু হইতে অক্সিজেন্ শোষণ করে এবং ঘন হইয়া যায়; এই জন্য ইহা রঙের কার্য্যেও ব্যবহৃত হয়।

ইহা আভ্যন্তরিক ও বাহ্য প্রয়োগের নিমিত্ত ঔষধরূপে যথেষ্ট পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। অধিক মাত্রায় সেবন করিলে শরীর মধ্যে বিষ লক্ষণ প্রকাশ পায়।

কর্পূর (Camphor)—লরেসি (Lauracæ) জাতীয় একপ্রকার বৃক্ষের কাষ্ঠ চোয়াই করিলে এই পদার্থ বাষ্পাকারে নির্গত হয় এবং শীতল হইয়া দানার আকার ধারণ করে। চীন দেশ এবং বোর্ণিও ও সুমাত্রা দ্বীপে কর্পূরের বৃক্ষ যথেষ্ট পরিমাণে জন্মে। অধিকাংশ কর্পূর চীন দেশ হইতে আমদানি হইয়া থাকে।

কর্পূর দেখিতে শ্বেতবর্ণ, দানা-বিশিষ্ট ও অনতিস্বচ্ছ; ইহাকে সহজে চূর্ণ করা যায় না। ইহা সুগন্ধ উদ্বেয় পদার্থ। কর্পূর সামান্য পরিমাণে জলে দ্রব হয় কিন্তু সুরা-সার, ঈথর্ ও ক্লোরোফর্মে সহজেই দ্রবণীয়। রুবিনির ক্যাম্ফর্ (Rubini's camphor) নামক যে ঔষধ কলেরা রোগে ব্যবহৃত হয়, তাহা কর্পূরকে সুরা-সারে দ্রব করিয়া প্রস্তুত হইয়া থাকে।

কর্পূর ঔষধের নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়; অধিকাংশ মালিশ করিবার ঔষধের মধ্যে কর্পূর থাকে। আমরা গ্রীষ্মকালে কর্পূর-সুবাসিত জল পান করিয়া থাকি এবং এবং "খিলি পানের" মসলা রূপেও উহা ব্যবহার করিয়া থাকি। কর্পূর একটী উৎকৃষ্ট সংক্রামক বীজ ও কীট নাশক পদার্থ; সুতরাং জল বা "খিলি পানের" সহিত ব্যবহৃত হইলে উপকার হইবার সম্ভাবনা। কর্পূর দ্বারা মুখের দুর্গন্ধ নষ্ট হয়। অধিক মাত্রায় কর্পূর ভক্ষণ করিলে শরীরে বিষ লক্ষণ প্রকাশ পায়।

নবম পরিচ্ছেদ।

—:০:—

উদ্ভিজ্জ-উপক্ষার (Vegetable alkaloids)

যে সকল উদ্ভিদ্ ঔষধার্থে ব্যবহৃত হয়, তাহাদিগের প্রায় অধিকাংশের মধ্যে একটী বা ততোধিক উগ্র-বীর্য্য পদার্থ (Active principle) বিদ্যমান থাকে। উদ্ভিজ্জ-পদার্থ সকল যে ঔষধের গুণ প্রকাশ করে, ইহাদিগের সত্তাই তাহার কারণ।

কোন কোন উদ্ভিদের মূলে, কাহারও বা বল্কল, ফল, ফুল বা পত্র মধ্যে উক্ত উগ্র-বীর্য্য পদার্থ অধিক পরিমাণে অবস্থিতি করিলেও উদ্ভিদের সকল অংশ হইতেই উহা অল্লাধিক পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়।

উদ্ভিদ্-নিহিত উগ্র-বীর্য্য পদার্থ রাসায়নিক প্রক্রিয়া দ্বারা পৃথক্ হইয়া ঔষধরূপে ব্যবহৃত হয়। এরূপ ব্যবহারে উদ্ভিদ্স্থিত অপ্রয়োজনীয় পদার্থগুলি একেবারে পরিত্যক্ত হইয়া যায়; সুতরাং ঔষধগুলি স্বল্পমাত্রায় ব্যবহৃত হইয়াও ফলপ্রদ হয় এবং ঔষধ সেবনে রোগীরও বিশেষ কোন কষ্ট বোধ হয় না।

উদ্ভিদের উগ্র-বীর্য্য পদার্থগুলি সাধারণতঃ এল্ক্যালয়েড্ (Alkaloid) এবং গ্লুকোসাইড্ (Glucoside) নামক দুই শ্রেণীতে বিভক্ত হইয়া থাকে। এল্-ক্যালয়েড্গুলি প্রায়ই ঈষৎ ক্ষার-প্রতিক্রিয়া-সম্পন্ন এবং বেসের ন্যায় ভিন্ন ভিন্ন দ্রাবকের সহিত মিলিত হইয়া বিভিন্ন লবণ প্রস্তুত করে। এল্ক্যালি (Alkali) অর্থাৎ ক্ষার হইতে এল্ক্যালয়েড্ শব্দের উৎপত্তি বলিয়া ইহাদিগের নাম "উপক্ষার" প্রদত্ত হইল।

অধিকাংশ উদ্ভিজ্জ-উপক্ষারে হাইড্রোজেন্, অক্সিজেন্, কার্ব্বন্ ও নাইট্রোজেন্ বিদ্যমান থাকে।

তামাকের উপক্ষার নিকোটিন্ (Nicotine) প্রভৃতি কতিপয় উপক্ষারের মধ্যে অক্সিজেন্ থাকে না।

১৮০৭ খৃষ্টাব্দে সার্টুর্নার নামক জর্ম্মন্ রসায়ন-তত্ত্ববিদ্ অহিফেন হইতে উহার

প্রধান উপক্ষার মর্ফিন্ পৃথক্ করেন। ইহার পূর্ব্বে কেহ এল্‌ক্যালয়েড্ নামক পদার্থের অস্তিত্ব অবগত ছিল না।

মর্ফিন্ আবিষ্কারের অব্যবহিত পরেই কুচিলা (Nux vomica) হইতে ষ্ট্রিক্‌নিন্ (Strychnine) ও ব্রুসিন্ (Brucine), সিঙ্কোনা বৃক্ষের বল্কল হইতে কুইনিন্ (Quinine) ও সিঙ্কোনিন্ (Cinchonine), এবং ক্রমশঃ অপরাপর উদ্ভিজ্জ-পদার্থ হইতে বহু সংখ্যক এল্‌ক্যালয়েড্ আবিষ্কৃত হইয়াছে। উদ্ভিজ্জ-পদার্থ হইতে উপক্ষারগুলি পৃথক্ করিবার জন্য নানাবিধ রাসায়নিক প্রক্রিয়া অবলম্বিত হইয়া থাকে। সাধারণতঃ যে প্রক্রিয়ামতে ইহাদিগকে পৃথক্ করা যায়, তাহাই এস্থলে সংক্ষেপে বর্ণিত হইল।

উদ্ভিজ্জ-পদার্থ শুষ্ক করতঃ সূক্ষ্ম চূর্ণ করিয়া টার্টারিক্ বা এসিটিক্ এসিডের ক্ষীণ-দ্রাবণের সহিত মিশ্রিত করতঃ ছাঁকিয়া লইতে হয়; এইরূপে উদ্ভিদ্-নিহিত এল্‌ক্যালয়েড্‌দিগের টার্ট্রেট্ বা এসিটেট্ নামক লবণ প্রস্তুত হইয়া ছাঁকিত দ্রাবণে অবস্থিতি করে। এই দ্রাবণে এমোনিয়া বা কার্ব্বনেট্ অফ্ সোডা যোগ করিলে উপক্ষারগুলি অধঃস্থ হইয়া পড়ে; পরে এল্‌ক্যালয়েড্ ভেদে উহাতে ঈথর্, ক্লোরোফর্ম্, বেন্‌জিন্ বা এমিলিক্ এল্‌কহল্ প্রভৃতি জলে অমিশ্র নানাবিধ তরল পদার্থের মধ্যে কোন একটী যোগ করিয়া আলোড়ন করিলে উক্ত অধঃস্থ পদার্থ তন্মধ্যে দ্রব হইয়া যায়। এই সকল তরল পদার্থ জলের সহিত মিশ্রিত হয় না বলিয়া উপরিভাগে বা তলদেশে ভিন্ন স্তররূপে অবস্থিতি করে। এক্ষণে উহাকে পৃথক্ করিয়া লইয়া শুষ্ক করিলে উপক্ষারগুলি কঠিন অবস্থায় প্রাপ্ত হওয়া যায়।

নিকোটিন্ প্রভৃতি উদ্বেয় (Volatile) উপক্ষার গুলিকে চোলাই করিয়া পৃথক্ করিতে হয়।

উপক্ষারগুলি অনেক সময়ে নানাবিধ উদ্ভিজ্জ বর্ণে রঞ্জিত থাকে বলিয়া এসিটেট্ অব্ লেডের দ্রাবণ ও জান্তব-অঙ্গার সাহায্যে পরিষ্কৃত করিয়া লইতে হয়।

প্রায় সকল উদ্ভিজ্জ-উপক্ষারই কঠিন ও শ্বেতবর্ণ এবং জলে প্রায় অদ্রবণীয়। কতকগুলি উপক্ষার ঈথর্, ক্লোরোফর্ম্, বেন্‌জিন্ বা এমিলিক্ এল্‌কহলে দ্রবণীয় কিন্তু সকলগুলিই সুরাতে সহজে দ্রব হইয়া যায়।

কতকগুলি উপক্ষার দানা-বিশিষ্ট; অপরগুলি চূর্ণাকার বা তরল। অধিকাংশ

উপক্ষারই বিষ-ধর্ম্ম-সম্পন্ন; মর্ফিন্‌, ষ্ট্রিক্‌নিন্‌, ব্রুসিন্‌, এট্রোপিন্‌, একোনিটিন্‌, নিকোটিন্‌, কোনাইন্‌ প্রভৃতি উপক্ষারগুলি অতিশয় বিষাক্ত।

মেয়ারের দ্রাবণ (Meyer's reagent), গোল্ড্‌ ক্লোরাইড্‌, পিক্রিক্‌ এসিড্‌, আইওডিন্‌ মিশ্রিত আইওডাইড্‌ অব্‌ পোটাসিয়মের দ্রাবণ, ফস্ফোমলিবডিক্‌ এসিড্‌ প্রভৃতি কতিপয় পরিচায়ক (Reagent) উদ্ভিজ্জ-উপক্ষারদিগের দ্রাবণে যোগ করিলে উপক্ষারগুলি বিভিন্ন বর্ণের দানা বা চূর্ণাকারে অধঃস্থ হইয়া পড়ে। এইরূপে উপক্ষার সকলের স্বরূপ নিরূপিত হয়।

পূর্ব্বে যে গ্লুকোসাইডের (Glucoside) উল্লেখ করা গিয়াছে, তাহাদিগের মধ্যে অনেকগুলি বিষ-ধর্ম্মাক্রান্ত। গ্লুকোসাইড্‌ গুলির সহিত জল-মিশ্রিত সল্‌ফিউরিক্‌ বা হাইড্রোক্লোরিক্‌ এসিড্‌ যোগ করিয়া ফুটাইলে গ্লুকোজ্‌ (Glucose) বা গ্রেপ্‌-সুগার্‌ (Grape-sugar) উৎপন্ন হয়; পরে ইহাতে ফেলিংএর দ্রাবণ যোগ করিয়া উত্তপ্ত করিলে রক্তবর্ণ কিউপ্রস্‌ অক্সাইড্‌ অধঃস্থ হয়। এই পরীক্ষার দ্বারা কোন পদার্থ গ্লুকোসাইড্‌ কি না, তাহা নিরূপিত হয়! ডিজিট্যালিন্‌, স্যালিসিন্‌ প্রভৃতি বিভিন্ন ঔষধগুলি এক একটী গ্লুকোসাইড্‌।

তরল উদ্ভিজ্জ-উপক্ষারদিগের মধ্যে কোনাইন্‌ (Conine) ও নিকোটিন্‌ (Nicotine) সর্ব্বপ্রধান।

কোনাইন্‌ (Conine, $C_8H_{15}N$)—হেম্‌লক্‌ (Hemlock) নামক উদ্ভিদের বীজ হইতে এই পদার্থ প্রাপ্ত হওয়া যায়। ইহা বর্ণহীন, ক্ষার-প্রতি-ক্রিয়া-যুক্ত তরল পদার্থ ও ভয়ানক বিষাক্ত। ইহা দ্রাবকের সহিত মিলিত হইলে দ্রাবক ভেদে ভিন্ন ভিন্ন লবণ প্রস্তুত করে।

নিকোটিন্‌ (Nicotine, $[C_5H_7]_2N_2$)—এই পদার্থ তামাকের উগ্র-বীর্য্য পদার্থ; তামাকের পাতায় ইহা শতকরা ২ হইতে ৮ ভাগ বিদ্যমান থাকে। তামাকের পাতা চোয়াইয়া ইহা প্রস্তুত হইয়া থাকে।

বিশুদ্ধ নিকোটিন্‌ বর্ণহীন, উগ্রগন্ধযুক্ত তরল পদার্থ; কিছুদিন থাকিলে ইহা রক্তবর্ণ ধারণ করে। ইহা জল, সুরা ও ঈথরে দ্রবণীয়। ইহা ভয়ঙ্কর বিষাক্ত পদার্থ; একবিন্দু মাত্র উদরস্থ হইলে অবসাদ, মূর্চ্ছা, হস্তপদাদি অবশ ও হৃৎপিণ্ডের ক্রিয়া স্থগিত হইয়া প্রাণ বিয়োগ হয়।

ধূমপান, নস্য, চুরুট, দোক্তা, সুর্ত্তি প্রভৃতি কোন না কোন আকারে প্রায়

সমস্ত মানব জাতি তামাক ব্যবহার করিয়া থাকে। যে কোন আকারেই তামাক ব্যবহৃত হউক না কেন, অল্প মাত্রায় ইহা শরীরে উত্তেজক ক্রিয়া প্রকাশ করিয়া অবসাদ দূর করে, এজন্য পরিশ্রমের পর তাম্রকূট সেবনে শ্রান্তি দূর হইয়া থাকে; কিন্তু অধিক মাত্রায় সেবন করিলে বমন, শিরোঘূর্ণন ও অবসাদ উপস্থিত হয়। আমাদিগের দেশে যে হুঁকায় তামাক খাইবার প্রথা প্রচলিত আছে, তাহাই সর্ব্বাপেক্ষা অল্প অনিষ্টকর, কারণ তামাকের ধূম জলের মধ্যে বিধৌত হইয়া আসিলে উহার বিষগুণ অনেকাংশে দূরীভূত হয়।

মর্ফিন্ (Morphine, $C_{17}H_{19}NO_3$)—ইহাই অহিফেনের প্রধান উদ্ভিজ্জ-উপক্ষার। অহিফেন এক প্রকার বৃক্ষ-নির্য্যাস; পোস্ত ঢেঁড়ি (Poppy capsule) পাকিবার পূর্ব্বে উহার গাত্র স্থানে স্থানে চিরিয়া দিলে দুগ্ধের ন্যায় যে এক প্রকার নির্য্যাস নির্গত হয়, তাহা শুষ্ক করিয়া অহিফেন প্রস্তুত হইয়া থাকে। ভারতবর্ষ, চীন, এসিয়া মাইনর্, তুরস্ক ও মিসর দেশে প্রচুর পরিমাণে অহিফেন বৃক্ষের চাষ হইয়া থাকে। ভারতবর্ষে বেহার ও মালব প্রদেশে বিস্তর অহিফেন জন্মে। অহিফেনের ব্যবসা গভর্ণমেণ্টের একচেটিয়া।

তামাকের ন্যায় এ দেশে অহিফেনের ব্যবহার যথেষ্ট প্রচলিত; প্রৌঢ়াবস্থা হইতে অনেকেই অহিফেন সেবন করিতে আরম্ভ করে। অনেক স্থলে অহিফেনের অত্যল্প মাত্রায় এরূপ ব্যবহার অনাবশ্যক হইলেও বিশেষ অনিষ্ট সাধন করে না। তবে দোষের মধ্যে ক্রমশঃ ইহার মাত্রা বাড়িয়া যায় এবং অবশেষে ইহা এত অধিক পরিমাণে সেবিত হয় যে মনুষ্যকে একবারে জড়প্রায় ও অকর্ম্মণ্য করিয়া তুলে এবং অল্পদিনে তাহার স্বাস্থ্য ভঙ্গ হয়। ½ ভরি (৯০ গ্রেণ) অহিফেন দুই বেলায় নিঃশেষ করে, এরূপ লোকের দৃষ্টান্ত বিরল নহে।

অহিফেন অতিশয় বিষাক্ত পদার্থ; বিশেষতঃ শিশুগণ অহিফেন কোন মতেই সহ্য করিতে পারে না, এজন্য শিশু-চিকিৎসায় ইহার ব্যবহার এক প্রকার নিষিদ্ধ। আমাদিগের দেশে অহিফেন সেবন দ্বারা আত্মহত্যা সর্ব্বদা ঘটিতে দেখা যায়; ইহার কারণ এই যে অহিফেন অতি সহজ-লভ্য পদার্থ এবং ইহার বিষগুণ আবাল-বৃদ্ধ-বনিতা সকলেই অবগত আছে। বিশেষতঃ অহিফেন সেবনে দৃশ্যতঃ বিশেষ কোন যন্ত্রণা হয় না, কেবল মাত্র সংজ্ঞা লোপ

হইয়া মৃত্যু উপস্থিত হয়, এজন্য এদেশে আত্মহত্যা করিবার নিমিত্ত অহিফেনের ব্যবহার অধিক দেখিতে পাওয়া যায়।

অহিফেন ঔষধার্থে বিস্তর ব্যবহৃত হইয়া থাকে; ইহা একটী মহোপকারী ঔষধ।

অহিফেনের মধ্যে যে সকল উপক্ষার আছে, তন্মধ্যে মর্ফিন্ই সর্ব্বপ্রধান; অহিফেনের ঔষধগুণ বা বিষগুণ অধিকাংশই মর্ফিনের নিমিত্ত। তুরস্কদেশ-জাত অহিফেনে শতকরা ১০ হইতে ১৫ ভাগ এবং ভারতবর্ষ-জাত অহিফেনে ৮ হইতে ১০ ভাগ মর্ফিন্ বিদ্যমান থাকে। মর্ফিন্, মিকোনিক্ এসিড্ নামক অর্গানিক্ দ্রাবকের সহিত মিলিত হইয়া মিকোনেট্ অফ্ মর্ফিন্ (Meconate of morphine) রূপে সূচিকার আকারে অহিফেনের মধ্যে অবস্থিতি করে।

মর্ফিন্ শ্বেতবর্ণ, দানা-বিশিষ্ট বা চূর্ণাকার; ইহা শীতল জল অপেক্ষা উষ্ণ জলে অধিক পরিমাণে দ্রবণীয়। ঈথর্ ও ক্লোরোফর্ম্মে ইহা সামান্য পরিমাণে দ্রব হয় কিন্তু সুরা ও এমিলিক্ এল্‌কহলে সহজেই দ্রব হইয়া যায়। হাইড্রোক্লোরিক্, সল্‌ফিউরিক্ ও এসিটিক্ এসিডের সহিত মিলিত হইয়া যথাক্রমে মর্ফিন্ হাইড্রো-ক্লোরেট্, মর্ফিন্ সল্‌ফেট্ ও মর্ফিন্ এসিসেট্ নামক লবণ প্রস্তুত হয়; এই সকল লবণ ঔষধার্থে ব্যবহৃত হয়।

মর্ফিন্ ব্যতীত কোডিন্ (Codeine) নামক অহিফেনের আর একটী উপক্ষার ঔষধার্থে বহুমূত্ররোগে ব্যবহৃত হয়। কোডিন্ শ্বেতবর্ণ, দানা-বিশিষ্ট, ক্ষার-প্রতিক্রিয়া-সম্পন্ন এবং মর্ফিন্ অপেক্ষা জলে অধিক পরিমাণে দ্রবণীয়। ইহাও একটী বিষাক্ত পদার্থ।

থিবেন্, নার্সিন্, পাপেভারিন্, নার্কোটিন্ প্রভৃতি অহিফেনের অপর কতিপয় উপক্ষারও বিষ-ধর্ম্মাক্রান্ত।

মর্ফিনের স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

১। মর্ফিন্ ফেরিক্ ক্লোরাইডের দ্রাবণ সংযোগে নীলবর্ণ ধারণ করে।

২। আইওডিক্ এসিড্ ও শ্বেত-সারের দ্রাবণ সংযোগে নীলবর্ণ পদার্থ অধঃস্থ হয়। শ্বেত-সারের দ্রাবণের পরিবর্ত্তে কার্ব্বন্ ডাই-সল্‌ফাইড্ যোগ করিলে এই পদার্থ গোলাপীবর্ণ ধারণ করিয়া তলদেশে অবস্থিতি করে।

৩। মর্ফিন্ উগ্র নাইট্রিক্ এসিডের সহিত একত্রিত হইলে কমলালেবুর বর্ণ (Orange colour) উৎপাদন করে; পরে ষ্ট্যানাস্ ক্লোরাইড্ সংযোগে ইহা বেগুনীবর্ণ ধারণ করে না (ব্রুসিনের সহিত প্রভেদ)।

৩। মর্ফিনের সহিত ফেরিসায়ানাইডের দ্রাবণ, ফেরিক্‌ক্লোরাইডের দ্রাবণ এবং জল-মিশ্রিত হাইড্রো-ক্লোরিক্ এসিড্ সংযোগে গাঢ় নীলবর্ণ প্রুসিয়ান্ ব্লু উৎপন্ন হয়।

অহিফেনের স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

অহিফেনের জল-মিশ্রিত দ্রাবণ পরীক্ষার জন্য গৃহীত হয়।

১। অহিফেনের মধ্যে মিকোনিক্ এসিড্ নামক যে দ্রাবক আছে, তাহা ফেরিক্ ক্লোরাইডের দ্রাবণের সহিত মিশ্রিত হইলে গাঢ় রক্তবর্ণ ধারণ করে।

২। ভারতবর্ষ-জাত অহিফেনে পর্ফিরক্সিন্ (Porphyroxyn) নামক একপ্রকার উপক্ষার আছে, ইহা হাইড্রোক্লোরিক্ এসিডের সহিত একত্রিত হইয়া উত্তপ্ত হইলে গোলাপীবর্ণ ধারণ করে। এই কারণে এদেশের অহিফেনের দ্রাবণে হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে দ্রাবণ গোলাপীবর্ণ ধারণ করে।

ষ্ট্রিক্‌নিন্ (Strychnine, $C_{21}H_{22}N_2O_2$)—এই পদার্থ ব্রুসিন্ নামক অপর একটী উপক্ষারের সহিত একত্রে কুচিলা বৃক্ষের (Strychnos Nux Vomica) বল্কল ও বীজের মধ্যে অবস্থিতি করে। কুচিলা বীজ আয়তনে একটী পয়সার ন্যায়, দেখিতে ধূসরবর্ণ, চিক্কণ ও রোমশ এবং আস্বাদনে অতিশয় তিক্ত। কুচিলার ছাল ভ্রমক্রমে কুর্চির ছালের পরিবর্ত্তে ঔষধরূপে ব্যবহৃত হইয়া প্রাণনাশের কারণ হইয়াছে। কুচিলার ছাল কুর্চির ছাল হইতে পৃথক্ করিতে হইলে উহার সহিত উগ্র নাইট্রিক্ এসিড্ মিশ্রিত করিতে হয়; নাইট্রিক্ এসিড্ সংযোগে কুচিলার ছাল রক্তবর্ণ ধারণ করে কিন্তু কুর্চির ছালে কোন বিশেষ বর্ণ উৎপন্ন হয় না।

ষ্ট্রিক্‌নিন্ ও ব্রুসিন্ দুইটীই বিষাক্ত পদার্থ; অধিক মাত্রায় সেবিত হইলে ধনুষ্টঙ্কার রোগের লক্ষণ প্রকাশ পাইয়া মৃত্যু উপস্থিত হয়। এই দুইটী পদার্থ কুচিলার ছাল ও বীজের মধ্যে থাকে বলিয়া উহারাও বিষাক্ত পদার্থ। ষ্ট্রিক্‌নিন্ দেখিতে শ্বেতবর্ণ, দানা-বিশিষ্ট ও আস্বাদনে অতিশয় তিক্ত। ইহা শীতল জল অপেক্ষা উষ্ণ জলে অপেক্ষাকৃত অধিক পরিমাণে দ্রবণীয়, ঈথরে সামান্য পরিমাণে কিন্তু ক্লোরোফর্মে সহজে দ্রব হইয়া যায়।

ষ্টিক্‌নিনের স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

১। ষ্টিক্‌নিনের সহিত উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ মিশ্রিত করিয়া উহাতে ম্যাঙ্গানীজ্ ডাই-অক্সাইড্ বা বাই-ক্রোমেট্ অফ্ পটাশের দানা যোগ করিলে প্রথমতঃ উজ্জ্বল বেগুনীবর্ণ উৎপন্ন হয়, পরে উহা শীঘ্র লোহিত এবং অবশেষে হরিদ্রাবর্ণে পরিবর্ত্তিত হয়।

ব্রুসিন্ (Brucine, $C_{23}H_{26}N_2O_4$)—ইতিপূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে যে ইহা ষ্ট্রিক্‌নিনের সহিত কুচিলা বৃক্ষ মধ্যে অবস্থিতি করে। ইহা শ্বেতবর্ণ, দানা-বিশিষ্ট, তিক্ত ও শীতল জলে ষ্ট্রিক্‌নিন্ অপেক্ষা অধিকতর দ্রবণীয়। ইহা ষ্ট্রিক্‌নিনের ন্যায় তত উগ্রবিষ নহে।

ব্রুসিনের স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

১। ব্রুসিন্ উগ্র নাইট্রিক্ এসিডের সহিত একত্রিত হইলে গাঢ় রক্তবর্ণ ধারণ করে। এক্ষণে ইহাকে উত্তাপ-সংযোগে শুষ্ক করিলে হরিদ্রাবর্ণ পদার্থ অবশিষ্ট থাকে। পরে উহাতে ষ্ট্যানাস্ ক্লোরাইড্ যোগ করিলে বেগুণীবর্ণ উৎপন্ন হয় (মর্ফিনের সহিত প্রভেদ)।

কুইনিন্ (Quinine, $C_{20}H_{24}N_2O_2$)—আমেরিকার অন্তঃপাত পেরু দেশে সিঙ্কোনা নামে এক প্রকার বৃক্ষ যথেষ্ট পরিমাণে জন্মে। এই বৃক্ষের বক্কল হইতে কুইনিন্ প্রস্তুত হয়। এক্ষণে দার্জ্জিলিং, নীলগিরি ও যাভা দ্বীপে সিঙ্কোনা বৃক্ষের চাষ হইতেছে এবং ভারতবর্ষে প্রচুর পরিমাণে কুইনিন্ প্রস্তুত হইতেছে। কুইনিন্ ব্যতীত সিঙ্কোনা বৃক্ষ হইতে সিঙ্কোনিন্, সিঙ্কোনিডিন্ প্রভৃতি অপর কয়েকটী উপক্ষার প্রাপ্ত হওয়া যায়।

কুইনিন্, সিঙ্কোনিন্ প্রভৃতি সিঙ্কোনার উপক্ষারগুলি জ্বরঘ্ন পদার্থ; কুইনিন্ ম্যালেরিয়া জ্বরের একমাত্র মহৌষধ।

কুইনিন্ শুভ্রবর্ণ ও অতিশয় তিক্ত; ইহা শীতল জলে প্রায় অদ্রবণীয় কিন্তু সুরা, ঈথর্, ক্লোরোফর্ম্ ও যে কোন দ্রাবক সংযোগে সহজেই দ্রব হইয়া যায়। সল্‌ফিউরিক্ এসিডের সহিত মিলিত হইয়া সল্‌ফেট্ অফ্ কুইনিন্ ও হাইড্রো-ক্লোরিক্ এসিডের সহিত মিলিত হইয়া হাইড্রোক্লোরেট্ অফ্ কুইনিন্ প্রস্তুত হইয়া থাকে। এই দুই পদার্থই সচরাচর ঔষধরূপে ব্যবহৃত হয়।

কুইনিনের স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

১। কুইনিন্ জল-মিশ্রিত সল্‌ফিউরিক্ এসিডে দ্রব হইলে দ্রাবণ ঈষৎ নীলবর্ণ দেখায়।

২। কুইনিনের সহিত ক্লোরিণের দ্রাবণ মিশ্রিত করিয়া উহাতে এমোনিয়া যোগ করিলে দ্রাবণ উজ্জ্বল হরিদ্বর্ণ ধারণ করে। ইহাতে সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ যোগ করিলে রক্তবর্ণ উৎপন্ন হয়।

সিঙ্কোনিন্ (Cinchonine, $C_{20}H_{24}N_2O$)—ইহা কুইনিনের সহিত সিঙ্কোনা বৃক্ষের বক্কল মধ্যে অবস্থিতি করে। ইহা শীতল ও উষ্ণ জলে অদ্রবণীয়, দেখিতে শুভ্রবর্ণ, দানা-বিশিষ্ট এবং আস্বাদনে তিক্ত।

সিঙ্কোনিনের স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

১। সিঙ্কোনিন্ জল-মিশ্রিত সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ সংযোগে দ্রব হইয়া যায়, কিন্তু দ্রাবণ নীলবর্ণ দেখায় না (কুইনিনের সহিত প্রভেদ)।

২। সিঙ্কোনিনের সহিত ক্লোরিণের দ্রাবণ মিশ্রিত করিয়া উহাতে এমোনিয়া যোগ করিলে শ্বেতবর্ণ পদার্থ অধঃস্থ হয়, কিন্তু কুইনিনের দ্রাবণের ন্যায় হরিদ্বর্ণ ধারণ করে না।

একোনিটিন্ (Aconitine, $C_{33}H_4NO_{12}$)—একোনাইট্ বৃক্ষের (Aconitum Napellus) মূল হইতে এই পদার্থ প্রস্তুত হইয়া থাকে। একোনিটিন্ থাকে বলিয়া একোনাইটের মূল অত্যন্ত বিষাক্ত পদার্থ। এদেশে ইহা বৎসনাভ, শৃঙ্গিবিষ, মিঠাবিষ, ডাকুরা প্রভৃতি বিভিন্ন নামে পরিচিত। স্বল্প মাত্রায় একোনাইট্ ঔষধার্থে ব্যবহৃত হয়; মাত্রা কিঞ্চিদধিক হইলে জিহ্বা ও মুখের অভ্যন্তর চিন্ চিন্ করে এবং উক্ত স্থানের স্পর্শানুভব-শক্তির হ্রাস হয়। অধিক মাত্রায় সেবিত হইলে সমস্ত শরীর চিন্ চিন্ করে ও অসাড় হইয়া যায় এবং বমন, বিরেচন, হৃৎ-পিণ্ড ও পেশীর দৌর্ব্বল্য এবং অত্যন্ত অবসাদ উপস্থিত হয়; পরে হৃৎ-পিণ্ডের ক্রিয়া স্থগিত হইয়া মৃত্যু ঘটিয়া থাকে। কখন কখন মৃত্যুর পূর্ব্বে হস্ত পদাদির আক্ষেপ (Convulsion) হইয়া থাকে।

একোনিটিন্ ভয়ঙ্কর বিষাক্ত পদার্থ; $\frac{1}{16}$ গ্রেণ মাত্র উদরস্থ হইয়া মৃত্যু সাধিত হইয়াছে।

বিশুদ্ধ একোনিটিনের কোনরূপ রাসায়নিক পরীক্ষা নাই। কণামাত্র জিহ্বার অগ্রভাগে ঘর্ষিত হইলে জিহ্বা চিন্ চিন্ করে ও ক্রমে অসাড় হইয়া যায়; জিহ্বার এইরূপ অবস্থা ৮।১০ ঘণ্টা কাল পর্য্যন্ত থাকে।

ভারতবর্ষ-জাত একোনাইটে (Aconitum Ferox) সিউডো-একোনিটিন (Pseudo-aconitine) নামক উপক্ষার অবস্থিতি করে; ইহাও একোনিটিনের ন্যায় ভয়ানক বিষাক্ত পদার্থ।

কোকেন্ (Cocaine, $C_{17}H_{21}NO_4$)—পেরুদেশে ইরিথ্রক্সিলম্ কোকা (Erythroxylum Coca) নামক বৃক্ষের পত্র হইতে এই উপক্ষার প্রাপ্ত হওয়া যায়। ইহা দানা-বিশিষ্ট, সুরাতে দ্রব হয়। শরীরের কোনও স্থানে লাগাইলে স্পর্শ-শক্তি লোপ পায়, এজন্য সহজ অস্ত্র-চিকিৎসায় এই পদার্থের দ্রাবণ সর্ব্বদাই ব্যবহৃত হয়। চক্ষুরোগ চিকিৎসায় জ্বালা ও অস্ত্রাঘাত-জনিত যন্ত্রণা নিবারণের নিমিত্ত কোকেন্ ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

অহিফেন ও সুরার স্থায় কোকেন্ অধুনা মাদকরূপে যথেষ্ট পরিমাণে ব্যবহৃত হইতেছে। ইহা অল্প পরিমাণে সেবন করিলে প্রথমতঃ উত্তেজনা ও স্ফূর্ত্তি অনুভব হয়, কিন্তু কিছুদিন এইরূপে ব্যবহৃত হইলে এমন 'নেশা' জন্মিয়া যায় যে কোন মতেই ইহাকে ত্যাগ করিতে পারা যায় না। যাহারা প্রত্যহ কোকেন্ সেবন করে, তাহাদিগের স্বাস্থ্য শীঘ্র ভঙ্গ হয়, বিচারশক্তির হীনতা জন্মে, ক্ষুধা নষ্ট হয়, শরীর শীর্ণ ও দুর্ব্বল হয়, কোন কার্য্যে উৎসাহ থাকে না; কাহারো হস্তপদ কাঁপে এবং কেহ বা উন্মাদগ্রস্ত হইয়া পড়ে। অনেক স্থলে দন্ত ও জিহ্বাতে কাল দাগ দেখা যায়। অধিক মাত্রায় সেবন করিলে মৃত্যু উপস্থিত হয়। এই ঔষধের অস্তিত্ব পূর্ব্বে এদেশে চিকিৎসক ভিন্ন অপর কেহ জানিত না, কিন্তু অধুনা অনেক কুচরিত্র ব্যক্তি 'নেশা' করিবার নিমিত্ত এই দ্রব্য সেবন করিয়া থাকে; এজন্য গভর্ণমেণ্ট্ কোকেন্‌কে অহিফেন ও মদ্যের স্থায় 'আব্‌গারি'র অন্তর্ভূত করিয়াছেন। এক্ষণে কেহ লাইসেন্স্ ব্যতীত কোকেন্ বিক্রয় করিতে পারে না।

কোকেনের স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

কোকেন্ হাইড্রোক্লোরেটের জল-মিশ্রিত দ্রাবণ পরীক্ষার জন্য গৃহীত হয়।

১। কোকেন্ জিহ্বার অগ্রভাগে লাগাইলে কিয়ৎক্ষণের নিমিত্ত স্পর্শ-শক্তি লোপ প্রাপ্ত হয়।

২। নাইট্রিক্ এসিড্ সংযোগে শুষ্ক করতঃ উহাতে সুরা-মিশ্রিত কষ্টিক্ পটাশের দ্রাবণ যোগ করিলে পিপার্‌মিণ্টের (Peppermint) গন্ধের স্থায় সুগন্ধ নির্গত হয়।

৩। পিক্রিক্ এসিডের দ্রাবণ যোগ করিলে হরিদ্রাবর্ণ সূচিকাকারের দানা-যুক্ত পদার্থ অধঃস্থ হয়। ইহা অণুবীক্ষণ সাহায্যে পরীক্ষিত হইয়া থাকে।

৪। পোটাসিয়ম্ ক্রোমেটের দ্রাবণ ও হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ সংযোগে হরিদ্রাবর্ণ পদার্থ অধঃস্থ হয়।

ঈসেরিন্ (Eserine, $C_{15}H_{21}N_3O_2$)—এই উপক্ষার ক্যালাবার্ বীন্ (Calabar bean) নামক উদ্ভিদ্ বিশেষের বীজ হইতে প্রাপ্ত হওয়া যায়। ইহা জলে সামান্য পরিমাণে দ্রবণীয়, কিন্তু সুরাতে সহজে দ্রব হইয়া যায়। এই পদার্থ ক্ষার-প্রতি-ক্রিয়া-সম্পন্ন এবং অতিশয় বিষাক্ত।

ইহার দ্রাবণ চক্ষুতে লাগাইলে কনীনিকা (Pupils) সঙ্কুচিত হয়, এজন্য ইহা চক্ষুরোগবিশেষে ঔষধরূপে ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

এট্রোপিন্ (Atropine, $C_{17}H_{23}NO_3$)—ইহা এবং ধুতুরার মধ্যস্থিত ডাটুরিন্ (Daturine) নামক উপক্ষার একই পদার্থ। ইহা বেলেডোনা, (Belladonna), ধুতুরা (Datura) প্রভৃতি কতকগুলি উদ্ভিদ্ হইতে প্রাপ্ত হওয়া যায়।

এট্রোপিন্ শ্বেতবর্ণ, দানা-বিশিষ্ট ও শীতল জলে সামান্য পরিমাণে দ্রবণীয়। ইহা একটী বিষাক্ত পদার্থ। অধিক মাত্রায় সেবন করিলে প্রথমতঃ উন্মাদের লক্ষণ প্রকাশ পায়, পরে সংজ্ঞা লোপ হইয়া মৃত্যু পর্য্যন্ত ঘটিয়া থাকে। কিছুদিন পূর্ব্বে এদেশে ঠগী নামক একদল ডাকাইত ছিল। তাহারা অপরিচিত পথিকের সহিত সদ্ভাব স্থাপন করিয়া উহাদিগের খাদ্যের সহিত ধুতুরার বীজ-চূর্ণ মিশ্রিত করিয়া দিত। বিষাক্ত খাদ্য ভক্ষণ করিয়া পথিকেরা অচেতন হইয়া পড়িলে ডাকাইতেরা উহাদের যথাসর্ব্বস্ব অপহরণ করতঃ পলায়ন করিত। ঠগী-পুলিসের কঠিন শাসনে এরূপ অত্যাচার বহুল পরিমাণে নিবারিত হইলেও এপ্রকার ঘটনা এখনও নিতান্ত বিরল নহে। কলিকাতা নগরীতেও মধ্যে মধ্যে এরূপ ঘটনা ঘটিয়া থাকে।

এট্রোপিন্ চক্ষুরোগ ও অন্যান্য রোগের চিকিৎসার নিমিত্ত অল্প মাত্রায় ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

এট্রোপিনের কোনরূপ সন্তোষজনক রাসায়নিক পরীক্ষা নাই। ইহা জলে মিশ্রিত করিয়া উহার দুই এক বিন্দু বিড়ালের চক্ষুর মধ্যে ঢালিয়া দিলে কনীনিকা (Pupil) প্রসারিত হয়।

ধুতুরা শ্রেণীর অন্তর্ভূত হায়োসায়ামস্ নাইজর্ (Hyoscyamus Niger) নামক বৃক্ষের মধ্যে এট্রোপিনের সহিত হায়োসিন্ (Hyoscine) এবং হায়োসায়ামিন্ (Hyoscyamine) নামক দুইটী উপক্ষার প্রাপ্ত হওয়া যায়। ইহাদিগের ক্রিয়া এট্রোপিনের অনুরূপ।

কেফিন্ (Caffeine, $C_8H_{10}N_4O_2$) —ইহা এবং চায়ের মধ্যস্থিত টীন্ (Theine) নামক উপক্ষার একই পদার্থ। ইহা কফি-বীজ ও চা-বৃক্ষের পত্রমধ্যে অবস্থিতি করে। কেফিন্ দেখিতে শ্বেতবর্ণ, রেসমের ন্যায় চিক্কণ সূচিকাকারের দানাবিশিষ্ট। ইহা শীতল জলে কিয়ৎপরিমাণে দ্রব হয়। এই দ্রাবণ আস্বাদনে তিক্ত। সুরা, ঈথর্, বেন্জিন্ ও ক্লোরোফর্মে কেফিন্ দ্রবণীয়।

কেফিন্ ভিন্ন ভিন্ন দ্রাবকের সহিত মিলিত হইয়া বিভিন্ন লবণ প্রস্তুত করে। এই সকল লবণের মধ্যে সাইট্রেট্ অফ্ কেফিন্ (Citrate of Caffeine) উত্তেজক ঔষধরূপে ব্যবহৃত হয়। চা ও কফির মধ্যে কেফিন্ থাকে বলিয়া উহা পান করিলে শ্রান্তি ও অবসাদ দূর হয়।

কেফিনের ন্যায় থিওব্রোমিন্ (Theobromine) নামক একটী উত্তেজক উপক্ষার কোকো বৃক্ষ (Theobroma Cacao) হইতে প্রাপ্ত হওয়া যায়। চা ও কফির ন্যায় কোকো শ্রান্তি ও অবসাদ দূর করিবার নিমিত্ত পানার্থে ব্যবহৃত হয়।

কেফিনের স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

১। উগ্র নাইট্রিক্ এসিডের সহিত মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ সংযোগে শুষ্ক করিয়া লইলে রক্তাভ হরিদ্রাবর্ণ পদার্থ অবশিষ্ট থাকে। উহা শীতল হইলে এমোনিয়ার দ্রাবণ সংযোগে বেগুনী বর্ণ ধারণ করে (Murexide test)।

২। আইওডাইড্ মিশ্রিত আইওডিনের দ্রাবণ যোগ করিয়া উহাতে জলমিশ্রিত হাইড্রোক্লোরিক এসিড্ যোগ করিলে ধূমলবর্ণ পদার্থ অধঃস্থ হয়।

সালিসিন্ (Salicin, $C_{13}H_{18}O_7$)—সালিক্স্ (Salix) জাতীয় বৃক্ষের বল্কল হইতে এই পদার্থ প্রস্তুত হইয়া থাকে। ইহা একটী গ্লুকোসাইড্ (Glucoside)।

সালিসিন্ বর্ণহীন, দানা-বিশিষ্ট ও চিক্কণ; ইহা আস্বাদনে তিক্ত এবং জল ও সুরা-সারে দ্রবণীয়, কিন্তু ইহা ঈথরে দ্রব হয় না।

সালিসিন্ কুইনিনের ন্যায় জ্বরঘ্ন ঔষধরূপে সর্ব্বদা ব্যবহৃত হয়।

সালিসিনের স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

১। উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিডের সহিত মিশ্রিত হইলে ইহা রক্তবর্ণ ধারণ করে।

ডিজিটেলিস্ (Degitalis), করবী (Nerium Odorum) প্রভৃতি কতিপয় উদ্ভিদের উগ্র বীর্য্যগুলি গ্লুকোসাইড্। ইহারা স্বল্প মাত্রায় ঔষধার্থে ব্যবহৃত হয়, কিন্তু অধিক মাত্রায় ব্যবহৃত হইলে শরীর মধ্যে বিষ-লক্ষণ প্রকাশ পায় এবং মৃত্যু পর্য্যন্ত ঘটিয়া থাকে।

মূত্র ও মূত্র-প্রস্তর।

(Urine and Urinary Calculus).

প্রথম পরিচ্ছেদ।

—:*:—

মূত্র (Urine)

মূত্র মধ্যে বিবিধ খনিজ ও অর্গানিক্ পদার্থ জলের সহিত মিশ্রিত হইয়া অবস্থিতি করে। খনিজ পদার্থদিগের মধ্যে ক্ষার-ধাতু ও ক্ষার-মৃত্তিকা-ধাতুর লবণ এবং অর্গানিক্ পদার্থদিগের মধ্যে ইউরিয়া, ইউরিক্ এসিড্, ক্রিয়াটিনিন্ প্রভৃতি যৌগিকগুলি প্রধান।

একজন সুস্থকায় যুবা পুরুষ প্রতিদিন ন্যূনাধিক ৫০ আউন্স্ অর্থাৎ প্রায় দেড় সের মূত্র পরিত্যাগ করে। অধিক জল পান করিলে এবং হিষ্টিরিয়া প্রভৃতি বায়ু-রোগে অধিক পরিমাণ মূত্র পরিত্যক্ত হয়। অধিক ঘাম হইলে বা পাতলা দাস্ত হইলে মূত্রের পরিমাণ কমিয়া যায়। ২৪ ঘণ্টায় মূত্রে প্রায় আড়াই আউন্স্ নিরেট পদার্থ দ্রব হইয়া থাকে।

প্রতি সহস্রভাগ মূত্রে জল ও নিরেট্ পদার্থের পরিমাণ মোটামুটি কত ভাগ থাকে, নিম্নে তাহার তালিকা প্রদত্ত হইল :—

জল	৯৫৬·৮৬
ইউরিয়া	১৪·২৩
ইউরিক্ এসিড্	০·৩৭
মিউকস্	০·১৬
হাইপিউরিক্ এসিড্, ক্রিয়াটিনিন্, এমোনিয়া, বর্ণোৎপাদক পদার্থ ও অপরীক্ষিত অর্গানিক্ পদার্থ ...	১৫·০৩
সোডিয়ম্ ক্লোরাইড্	৭·২২
ফস্ফরিক্ অক্সাইড্	২·১২
পটাশ্	১·৯৩

সল্‌ফর্‌ ট্রাই-অক্সাইড্‌	১'৭০
লাইম্‌ (চূণ)	০'২১
ম্যাগ্‌নেসিয়া	০'১২
সোডা	০'০৫
	১,০০০

স্বাভাবিক মূত্র দেখিতে ঈষৎ হরিদ্রাবর্ণ, স্বচ্ছ, আস্বাদনে লবণাক্ত ও এক প্রকার তীব্র গন্ধ-বিশিষ্ট। রোগবিশেষে মূত্রের পরিমাণ, বর্ণ, স্বচ্ছতা ও উপাদান-গত পার্থক্য লক্ষিত হয় এবং এল্‌বুমেন্‌, দ্রাক্ষা-শর্করা প্রভৃতি অপরাপর দূষিত পদার্থও তন্মধ্যে মিশ্রিত থাকিতে দেখা যায়।

বহু-মূত্র (Diabetes), মূত্র-গ্রন্থি-প্রদাহ (Bright's disease প্রভৃতি কতকগুলি রোগ নির্ণয় ও চিকিৎসার নিমিত্ত মূত্র-পরীক্ষা অবশ্য প্রয়োজনীয়; একারণ চিকিৎসক মাত্রেরই এ বিষয়ে কথঞ্চিৎ জ্ঞান থাকা আবশ্যক। মূত্র পরীক্ষা করিতে হইলে সাধারণতঃ কোন্‌ কোন্‌ বিষয় দেখিবার আবশ্যক হয়, তাহাই সংক্ষেপে নিম্নে বর্ণিত হইল।

২৪ ঘণ্টার মূত্র একত্রিত করিয়া উহার এক অংশ পরীক্ষা করাই শ্রেয়ঃ; কিন্তু এদেশে, বিশেষতঃ গ্রীষ্মকালে, এত অধিকক্ষণ মূত্র থাকিলে উহা বিকৃত হইয়া যায়। আহারের ৩৪ ঘণ্টা পরে এবং অতি প্রত্যূষে শয্যা পরিত্যাগ করিয়াই যে মূত্র পরিত্যক্ত হয়, এই দুইবারের মূত্র পরীক্ষা করিলেই সুফল প্রাপ্ত হওয়া যায়।

মূত্রে অল্প পরিমাণে ফর্ম্মালিন্‌ (Formalin) যোগ করিলে উহা বিকৃত হইয়া যায় না এবং পরীক্ষা সম্বন্ধেও কোন গোলযোগ হয় না। ১ আউন্স্‌ মূত্রে ২ ফোঁটা ফর্ম্মালিন্‌ যোগ করিলেই যথেষ্ট হয়। ২৪ ঘণ্টার মূত্র একত্রিত করিয়া রাখিতে হইলে অথবা দূরদেশ হইতে মূত্র পরীক্ষার জন্য পাঠাইতে হইলে উহার সহিত ফর্ম্মালিন্‌ যোগ করিয়া রাখা উচিত।

বর্ণ (Colour)—ইতিপূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে যে স্বাভাবিক মূত্র দেখিতে ঈষৎ হরিদ্রাবর্ণ। নানা কারণে এই বর্ণের ব্যতিক্রম ঘটিয়া থাকে। জ্বরে মূত্র অল্প পরিমাণে নিঃসৃত হয় ও উহা রক্তবর্ণ হইয়া থাকে। বহুমূত্র, হিষ্টিরিয়া, হাঁপানি কাশ প্রভৃতি রোগে মূত্র অত্যধিক পরিমাণে নির্গত হয়

এবং উহা জলের ন্যায় প্রায় বর্ণহীন হইয়া থাকে। মূত্রের সহিত পিত্ত মিশ্রিত থাকিলে উহা হরিদ্রাভ-পীতবর্ণ (দেখিতে সরিসার তৈলের ন্যায়) এবং রক্ত মিশ্রিত থাকিলে রক্তের পরিমাণ অনুসারে গাঢ় বা তরল লোহিতবর্ণ বা ধূম্রবর্ণ (Smoky) হইয়া থাকে। কাইলিউরিয়া (Chyluria) নামক রোগে মূত্রের সহিত কাইল্ (Chyle) মিশ্রিত থাকে বলিয়া উহা দুগ্ধের ন্যায় শ্বেতবর্ণ দেখায়; কখন কখন কাইলের সহিত স্বল্পাধিক পরিমাণে রক্ত মিশ্রিত থাকে বলিয়া উক্ত মূত্র লোহিত বা গোলাপীবর্ণ দেখায়।

রুবার্ব্, সোণামুখি, স্যাণ্টোনিন্, কার্ব্বলিক্ এসিড্ প্রভৃতি ঔষধ সেবন করিলে মূত্রের বর্ণের পরিবর্ত্তন হয়।

গন্ধ (Odour)—স্বাভাবিক মূত্র সুগন্ধবিশিষ্ট না হইলেও দুর্গন্ধযুক্ত নহে; ইহার একটী বিশেষ তীব্র গন্ধ আছে।

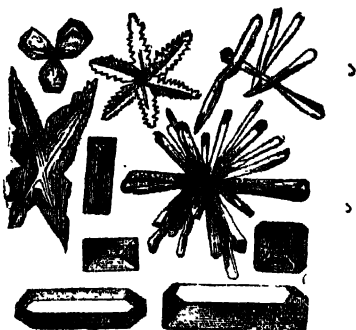
মূত্র পরিত্যক্ত হইবার পর প্রায় ২৪ ঘণ্টার মধ্যে উহা বিকৃত হইয়া যায় এবং উহা হইতে এমোনিয়ার গন্ধ নির্গত হয়। মূত্রস্থ ইউরিয়া নামক পদার্থ বিশ্লিষ্ট হইয়া এমোনিয়ম্ কার্ব্বনেটে পরিণত হয় এবং এরূপ ঝাঁঝাল গন্ধ উৎপাদন করে।

বহু-মূত্র রোগে সময়ে সময়ে মূত্রে পক্ক আপেলের ন্যায় সুগন্ধ নির্গত হয়। মূত্রে অধিক পরিমাণে পূঁজ থাকিলে উহা দুর্গন্ধযুক্ত হইয়া থাকে। হিঙ্গু, কোপেবা, কাবাবচিনি, পলাণ্ডু, রসুন প্রভৃতি পদার্থ ভক্ষণ করিলে মূত্রও তদনুরূপ গন্ধযুক্ত হইয়া থাকে।

স্বচ্ছতা ও অধঃস্থ পদার্থ (Appearance and Sediment)—স্বাভাবিক মূত্র জলের ন্যায় পরিষ্কার ও স্বচ্ছ, কিন্তু কিয়ৎক্ষণ স্থিরভাবে থাকিলে তন্মধ্যে অত্যল্প পরিমাণ পেঁজা তুলার ন্যায় এক প্রকার পদার্থ ভাসিতে দেখা যায়। মূত্রের সহিত মিউকস্, পূঁজ, ফস্ফেট্, ইউরেট্, কাইল্ বা অধিক পরিমাণে রক্ত মিশ্রিত থাকিলে উহা ঘোলা দেখায় এবং কিয়ৎক্ষণ স্থিরভাবে থাকিলে পাত্রের তলদেশে এই সকল পদার্থ অধঃস্থ হইয়া পড়ে। অধঃস্থ পদার্থে পূঁজ বা ফস্ফেট্ থাকিলে উহা শ্বেতবর্ণ, ইউরেট্ থাকিলে পাটলবর্ণ এবং রক্ত থাকিলে লোহিতবর্ণ দেখায়।

মূত্রে ইউরিক্ এসিড্ বা অক্জ্যালেট্ অফ্ লাইম্ অধিক পরিমাণে থাকিলে উহারা দানার আকারে অধঃস্থ হইয়া পড়ে।

অনুবীক্ষণ যন্ত্র সাহায্যে অধঃস্থ পদার্থ (Sediment) পরীক্ষিত হইয়া থাকে (৭৪-৭৯ চিত্র দেখ)।

মূত্রস্থিত অধঃস্থ পদার্থ।

৭৪ চিত্র।

ফস্ফেট্স্।

১। ফস্ফেট্ অব্ লাইম্।

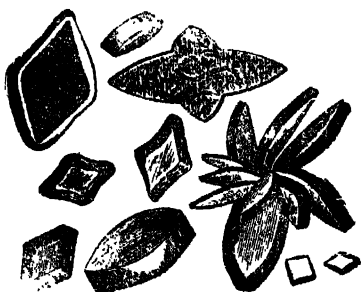
২। ট্রিপল্ ফস্ফেট্।

৭৫ চিত্র।

অক্জ্যালেট্ অব্ লাইম।

১। অক্টাহেড্রা।

২। ডম্বেল্।

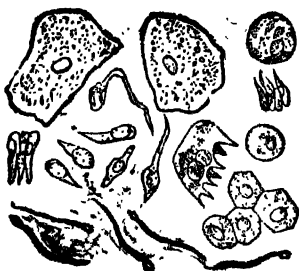
৩। ওভাল।

৭৬ চিত্র।

ইউরিক্ এসিড।

৭৭ চিত্র।

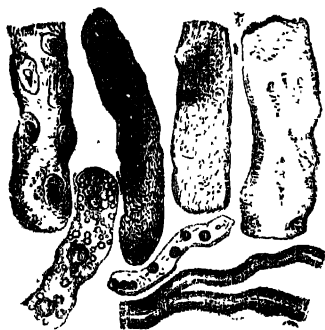
১। মিউকস্ ও মিউকস্ কোষ।

২। মিউকস্ সূত্র।

৩। ইউরেট্ অব্ সোডা।

৭৮ চিত্র।

১। ইউরিটারের এপিথিলিয়ম্।
২। ভেজাইনার „
৩। ব্লাডারের „
৪। রিনাল্ „
৫। স্পার্মাটোজোয়া।

মধ্যস্থলে পুচ্ছযুক্ত ৩টী ব্লাডারের এপিথিলিয়ম্ এবং উহার ঠিক বামপার্শ্বে ৪টী ইউরিথ্রার এপিথিলিয়ম্।

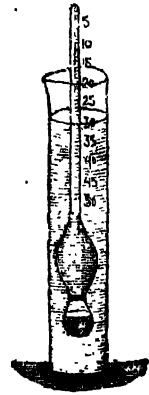
৭৯ চিত্র।

১। এপিথিলিয়াল্ কাষ্ট্।
২। গ্রানিউলার্ কাষ্ট্।
৩। হায়ালাইন্ কাষ্ট।
৪। ফ্যাটি কাষ্ট্।
৫। ব্লড্ কাষ্ট্।
৬। মিউকস্ কাষ্ট্।

আপেক্ষিক গুরুত্ব (Specific gravity)—সুস্থ ব্যক্তির মূত্রের আপেক্ষিক গুরুত্ব সাধারণতঃ ১০১০ হইতে ১০২৫ পর্য্যন্ত হইয়া থাকে (এস্থলে চোলাই করা জলের আপেক্ষিক গুরুত্ব ১০০০ সংখ্যা দ্বারা নির্দ্দিষ্ট হইয়া থাকে)।

বিশেষ কোন রোগ না থাকিলেও নানা কারণে মূত্রের আপেক্ষিক গুরুত্বের হ্রাস বৃদ্ধি দেখিতে পাওয়া যায়। মাংস-ভোজীদিগের মূত্রের আপেক্ষিক গুরুত্ব নিরামিষ-ভোজীদিগের অপেক্ষা অধিক হইয়া থাকে, একারণ এদেশীয় লোকের মূত্রের আপেক্ষিক গুরুত্ব সচরাচর ১০১০ বা তদপেক্ষাও কম হইতে দেখা যায়। অধিক জল পান করিলে এবং নানাবিধ বায়ু-রোগে মূত্রের আপেক্ষিক গুরুত্বের হ্রাস হয়।

মূত্র মধ্যে অধিক পরিমাণে ইউরিয়া, অক্জ্যালেট্ অফ্ লাইম্ বা শর্করা

থাকিলে উহার আপেক্ষিক গুরুত্বের বৃদ্ধি এবং এলবুমিন্ মিশ্রিত থাকিলে উহার হ্রাস হইয়া থাকে।

পূর্ব্বে যে হাইড্রোমিটার্ যন্ত্রের উল্লেখ করা গিয়াছে, তদনুরূপ ইউরিনমিটার্ (Urinometer) নামক যন্ত্র দ্বারা মূত্রের আপেক্ষিক গুরুত্ব নির্দ্দিষ্ট হইয়া থাকে। এই যন্ত্রের কাচদণ্ডের উপর ১০০০ হইতে ১০৬০ পর্য্যন্ত সমভাগে বিভক্ত ৬০টী চিহ্ন অঙ্কিত থাকে। একটী লম্বমান কাচ-পাত্রে মূত্র রাখিয়া তন্মধ্যে ইউরিনমিটার্‌টী সাবধানের সহিত ভাসাইয়া দিলে মূত্রের উপরিভাগ যে অঙ্ক স্পর্শ করিয়া থাকে, তাহাই উক্ত মূত্রের আপেক্ষিক গুরুত্ব বলিয়া গৃহীত হয়। পার্শ্বে ইউরিনমিটারের একটি চিত্র প্রদত্ত হইল। এই চিত্র অনুসারে পরীক্ষাধীন মূত্রের আপেক্ষিক গুরুত্ব ১০৩০।

৮০ চিত্র।

প্রতি-ক্রিয়া (Reaction)—স্বাভাবিক মূত্রের প্রতি-ক্রিয়া ঈষদম্ল (Acid)। এরূপ মূত্রে নীলবর্ণ লিট্‌মস্ কাগজ নিমজ্জিত করিলে উহা লোহিত বর্ণ ধারণ করে।

নিরামিষ ভোজনে মূত্রের অম্লত্বের হ্রাস হয়, এমন কি সময়ে সময়ে উহা ক্ষার-প্রতি-ক্রিয়া-সম্পন্ন (Alkaline) হইয়া থাকে। ক্ষার-ধাতুর কার্ব্বনেট্ বা অর্গানিক দ্রাবক-ঘটিত লবণ ঔষধরূপে ব্যবহৃত হইলে মূত্রের প্রতি-ক্রিয়া ক্ষার হয়; এরূপ মূত্রে লোহিতবর্ণ লিট্‌মস্ কাগজ নিমজ্জিত হইলে নীলবর্ণ ধারণ করে।

পূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে যে মূত্র কয়েক ঘণ্টা কাল থাকিলে তন্মধ্যে কার্ব্বনেট্ অফ্ এমোনিয়া উৎপন্ন হয়; এরূপ হইলে মূত্র ক্ষার-প্রতি-ক্রিয়া-যুক্ত হইয়া থাকে। লোহিতবর্ণ লিট্‌মস্ কাগজ এরূপ মূত্রে নিমজ্জিত হইলে নীলবর্ণ ধারণ করে কিন্তু উত্তাপ সংযোগে উক্ত নীলবর্ণ অন্তর্হিত হয় এবং কাগজখানি পুনরায় লোহিতবর্ণ হয়।

সিষ্টাইটিস্ (Cystitis) নামক রোগে অনেক সময়ে মূত্রাশয় (Bladder) মধ্যে মূত্র বিকৃত হইয়া যায়, এজন্য এই রোগে ক্ষার-প্রতি-ক্রিয়া-সম্পন্ন মূত্র

পরিত্যক্ত হইয়া থাকে। কখন কখন মূত্রের প্রতি-ক্রিয়া নক্ষারাম্ল (Neutral) হইয়া থাকে।

এল্‌বুমিন্ (Albumin)—সুস্থকায় ব্যক্তির মূত্রে এল্‌বুমিন্ থাকে না; কিন্তু কখন কখন স্বাভাবিক মূত্রে সামান্য পরিমাণে এল্‌বুমিন্ থাকিলেও তজ্জনিত কোন বিশেষ রোগ শরীর মধ্যে পরিলক্ষিত হয় না।

মূত্র-গ্রন্থি-প্রদাহ, হৃদ্‌পীড়া প্রভৃতি রোগে, অথবা মূত্রে রক্ত, পুঁজ বা কাইল্ মিশ্রিত থাকিলে মূত্র মধ্যে এল্‌বুমিন্ বিদ্যমান থাকে।

এল্‌বুমিনের স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

১। এল্‌বুমিন্-মিশ্রিত মূত্রে উত্তাপ প্রয়োগ করিলে এল্‌বুমিন্ জমাট বাঁধে ও মূত্র ঘোলা হইয়া যায়; ইহা নাইট্রিক্ এসিড্ সংযোগে পূর্ব্ববৎ স্বচ্ছ হয় না (ফস্ফেটের সহিত প্রভেদ)।

মূত্রের প্রতি-ক্রিয়া ক্ষার হইলে উত্তাপ সংযোগে সমস্ত এল্‌বুমিন্ অধঃস্থ হয় না; এজন্য এরূপ মূত্রে প্রথমতঃ এসিটিক্ এসিড্ অল্প পরিমাণে যোগ করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে এল্‌বুলিন্ অধঃস্থ হইয়া পড়ে।

২। মূত্রের সহিত উগ্র নাইট্রিক্ এসিড্ অল্পে অল্পে যোগ করিলে উহা তলদেশে স্থিত হয় এবং এল্‌বুমিন্ জমাট বাঁধিয়া উভয়ের সন্ধিস্থলে একটি শ্বেতবর্ণ রেখা উৎপাদন করে। মূত্রে কোপেবা (Copaiba) নামক ঔষধ বা অধিক ইউরেট্ মিশ্রিত থাকিলে নাইট্রিক্ এসিড্ সংযোগে একটী শ্বেতবর্ণ রেখা হয়, কিন্তু উত্তাপ প্রয়োগ করিলে উহা দ্রবীভূত হইয়া যায়।

৩। পিক্রিক্ এসিডের ঘন দ্রাবণ এল্‌বুমিনযুক্ত মূত্রে যোগ করিলে শ্বেতবর্ণ পদার্থ অধঃস্থ হয়; উত্তাপ সংযোগে উহা দ্রব হইয়া যায় না। অধিক পরিমাণ ইউরেট্, পেপ্টোন্ (Peptone) প্রভৃতি পদার্থ মূত্র মধ্যে থাকিলে পিক্রিক্ এসিডের সহিত শ্বেতবর্ণ পদার্থ অধঃস্থ হয়, কিন্তু উত্তাপ সংযোগে উহা দ্রব হইয়া যায়।

৪। ট্রাইক্লোরাসিটিক্ এসিড্ (Trichloracetic acid) সংযোগে শ্বেতবর্ণ পদার্থ অধঃস্থ হয়।

৫। স্যালিসিল্ সল্‌ফোনিক্ এসিডের দ্রাবণ সংযোগে মূত্র ঘোলা হইয়া যায়।

দ্রাক্ষা-শর্করা (Grape sugar)—বহুমূত্র রোগে মূত্রের সহিত দ্রাক্ষা-শর্করা মিশ্রিত থাকে। ডাক্তার পেভি (Pavy) বলেন যে স্বাভাবিক মূত্রে অত্যল্প পরিমাণ দ্রাক্ষা-শর্করা মিশ্রিত থাকে; কিন্তু বার্ণার্ড (Bernard) প্রভৃতি অন্যান্য ডাক্তারেরা স্বাভাবিক মূত্রে শর্করার অস্তিত্ব অস্বীকার করেন। এখন পূর্ব্বোক্ত মতই সাধারণতঃ গৃহীত হইয়া থাকে।

পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে যে শর্করা-মিশ্রিত মূত্রের আপেক্ষিক গুরুত্ব অধিক এবং উহার বর্ণ ফিকা হইয়া থাকে।

দ্রাক্ষা-শর্করার স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

১। মূত্র ও কষ্টিক্ পটাশ্ বা সোডার দ্রাবণ সমভাগে মিশ্রিত করিয়া ফুটাইলে শর্করার পরিমাণ অনুসারে উহা হরিদ্রা, লোহিত বা রক্তাভ-কৃষ্ণবর্ণ ধারণ করে।

২। মূত্রের সহিত সল্‌ফেট্ অফ্ কপারের দ্রাবণ এবং অধিক পরিমাণে কষ্টিক্ পটাশ্ বা সোডার দ্রাবণ মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে লোহিতবর্ণ কিউপ্রস্ অক্সাইড্ অধঃস্থ হয়।

৩। বেনিডিক্টের দ্রাবণ * (Benedict's solution) ৫ কিউবিক্ সেন্টিমিটার্ (চায়ের চামচের ১ চামচ) একটী টেষ্ট্ টিউবে লইয়া ৮ ফোঁটা মূত্র একটী ড্রপার্ (Dropper) দ্বারা উহাতে যোগ কর। এক্ষণে টেষ্ট্ টিউব্‌টী ১ মিনিট্ হইতে ১½ মিনিট্ কাল শিখার উপর রাখিয়া উত্তাপ প্রয়োগ কর অথবা ৫ মিনিট্‌কাল ফুটন্ত জলের মধ্যে নিমজ্জিত করিয়া রাখ। মূত্রে শর্করা না থাকিলে দ্রাবণের বর্ণের কোন পরিবর্ত্তন সাধিত হইবে না, কিন্তু শর্করা থাকিলে উহার পরিমাণ অনুসারে দ্রাবণটী হরিৎ, পীত, মেটিয়া অথবা লোহিত বর্ণ ধারণ করিবে। বর্ণের এইরূপ পরিবর্ত্তন লক্ষ্য করিয়া মূত্রে শর্করার পরিমাণ মোটামুটী নির্দ্দেশ করা যাইতে পারে। হরিদ্বর্ণ হইলে মূত্রে শর্করার পরিমাণ শতকরা ০·২ হইতে ০·৫, পীতবর্ণ হইলে ০·৫ হইতে ১, মেটিয়া রং হইলে ১ হইতে ১·৫ এবং দ্রাবণটী লোহিতবর্ণ ধারণ করিলে মূত্রমধ্যে শতকরা ১·৫এর অধিক পরিমাণ শর্করা আছে বলিয়া বুঝা যায়।

৪। ফেলিংএর দ্রাবণের † দুই অংশ সমভাগে মিশ্রিত করতঃ উত্তপ্ত করিয়া তন্মধ্যে দ্রাক্ষা-শর্করা মিশ্রিত মূত্র যোগ করিয়া ফুটাইলে হরিদ্রা বা লোহিতবর্ণ কিউপ্রস্ অক্সাইড্ অধঃস্থ হয়।

---

* ১৭·৩ গ্র্যাম্ কপার্ সল্‌ফেট্, ১৭৩ গ্র্যাম্ সোডিয়ম্ সাইট্রেট্, ১০০ গ্র্যাম্ নির্জ্জল কার্ব্বনেট্ অফ্ সোডা পরিশ্রুত জলে (Distilled water) দ্রব করিয়া ১০০০ কিউবিক্ সেন্টিমিটার্ করিয়া লইলেই বেনিডিক্টের দ্রাবণ প্রস্তুত হয়।

† ফেলিংএর দ্রাবণ প্রস্তুত করিবার প্রণালী—ফেলিংএর দ্রাবণ দুই অংশে বিভক্ত; একটী কপার্ সলিউসন্ (Copper solution) ও অপরটি আল্‌কালাইন্ টার্ট্রেট্ সলিউসন্ (Alkaline Tartrate solution) নামে পরিচিত। ৬৯·৬৪ গ্র্যাম্ কপার্ সল্‌ফেট্ং এবং ১ কিউবিক্ সেন্টিমিটার্ উগ্র সল্‌ফিউরিক্ এসিড্ চোলাই করা জলের সহিত মিশ্রিত করিয়া ১ লিটার্ করিয়া লইলেই কপার্ সলিউসন্ প্রস্তুত হয়। ১৭৫ গ্র্যাম সোডা পটাশ্ টার্ট্রেট ৭০০ কিউবিক্ সেন্টিমিটার্ পরিমাণ চোলাই করা জলে দ্রব করিয়া তাহাতে ৫০ গ্র্যাম্

৫। সাফ্রানিনের দ্রাবণ ও কষ্টিক্ সোডা সংযোগে মূত্র রক্তবর্ণ ধারণ করে। উত্তাপ সংযোগে উহা হরিদ্রাবর্ণে পরিণত হয়।

৬। ফেনিল্ হাইড্রাজিন্ ও এসিটেট্ অব্ সোডা যোগ করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে হরিদ্রাবর্ণের ওসাজোন্ (Osazone) দানার আকারে অধঃস্থ হয়। অনুবীক্ষণ সাহায্যে এই দানাগুলি (ঝাঁটার আকারের) পরীক্ষা করিতে হয়।

ফস্ফেট্ (Phosphates)—স্বাভাবিক মূত্রে অল্প পরিমাণ ফস্ফেট্ দ্রব হইয়া অবস্থিতি করে।

ফস্ফেটের স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

১। ক্ষার-মৃত্তিকা ধাতুর ফস্ফেট্ মূত্রে অধিক পরিমাণে দ্রব হইয়া থাকিলে উত্তাপ সংযোগে উক্ত মূত্র ঘোলা হয় কিন্তু উহাতে এসিটিক্ বা নাইট্রিক্ এসিড যোগ করিলে ফস্ফেট্ দ্রব হইয়া যায় ও মূত্র স্বচ্ছ এবং পরিষ্কার হয় (এল্বুমিনের সহিত প্রভেদ)।

ইউরেট্ (Urate)—স্বাভাবিক মূত্রে অত্যল্প পরিমাণ সোডিয়ম্ ও এমোনিয়ম্ ধাতুর ইউরেট্ দ্রব হইয়া অবস্থিতি করে। ইউরেট্ শীতল জলে প্রায় অদ্রবণীয়, একারণ ইহা মূত্রে অধিক পরিমাণে থাকিলে মূত্র পরিত্যক্ত হইবার অল্পক্ষণ পরেই উহা ঘোলা হইয়া যায়।

ইউরেটের স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

১। ইউরেট-মিশ্রিত ঘোলা মূত্র উত্তাপ প্রয়োগে স্বচ্ছ ও পরিষ্কার হয় কিন্তু শীতল হইলে পুনরায় পূর্ব্ববৎ ঘোলা হইয়া যায়।

২। মূত্রে অধিক পরিমাণ ইউরেট্ থাকিলে পিক্রিক এসিড্ সংযোগে শ্বেতবর্ণ পদার্থ অধঃস্থ হয় কিন্তু উত্তাপ সংযোগে উহা দ্রব হইয়া যায় (এল্বুমিনের সহিত প্রভেদ)।

মিউসিন্ (Mucin)—মূত্রে পূঁজ বা অধিক পরিমাণ মিউকস্ (Mucus) থাকিলে তন্মধ্যে এই পদার্থ বিদ্যমান থাকে।

মিউসিনের স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

১। মূত্রের সহিত সমভাগ চোলাই করা জল মিশ্রিত করিয়া এসিটিক্ এসিড্ যোগ করিলে উত্তাপ ব্যতীত উহা ঘোলা হইয়া যায়।

কষ্টিক্ সোডা যোগ করতঃ পরে চোলাই করা জলের সহিত মিশ্রিত করিয়া ১ লিটার্ করিলেই আল্কালাইন্ টার্ট্রেট্ সলিউসন্ প্রস্তুত হয়।

ফেলিংএর দ্রাবণ দ্বারা মূত্র মধ্যে কত পরিমাণ শর্করা আছে, তাহাও নিরূপিত হয়। ১০ কিউবিক্ সেণ্টিমিটার্ ফেলিংএর সলিউসন্ '০৫ গ্র্যাম্ দ্রাক্ষা-শর্করার সহিত সমান।

পিত্ত (Bile)—স্বাভাবিক মূত্রে পিত্ত থাকে না। যকৃৎসম্বন্ধীয় কতকগুলি বিশেষ বিশেষ রোগে মূত্রের সহিত পিত্ত মিশ্রিত থাকিতে দেখা যায়। পিত্ত দ্বিবিধাবস্থায় মূত্র মধ্যে অবস্থিত করে; কখন কখন পিত্তের বর্ণোৎপাদক পদার্থ (Bile-pigments), কখন বা পিত্তজ দ্রাবক সমূহ (Bile acids) মূত্রের সহিত মিশ্রিত হইয়া বহির্গত হয়।

পিত্তের স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

১। একখানি শ্বেতবর্ণ পোর্সিলেন-নির্ম্মিত পাত্রের উপর কয়েক বিন্দু মূত্র রাখিয়া উহাতে উগ্র নাইট্রিক্ এসিড্ যোগ করিলে উভয়ের সন্ধিস্থলে একটী বিবিধ বর্ণের রেখা উৎপন্ন হয়। এই রেখা পর্য্যায়ক্রমে হরিৎ, নীল, বেগুণী, লোহিত ও অবশেষে হরিদ্রাবর্ণ ধারণ করে, কিন্তু প্রথমতঃ উহা হরিদ্বর্ণ হওয়া আবশ্যক।

২। পিত্ত-মিশ্রিত মূত্রের সহিত মিথিল ভায়লেটের দ্রাবণ (Solution of Methyl violet) যোগ করিলে উভয়ের সন্ধিস্থলে উজ্জ্বল রক্তবর্ণ রেখা উৎপন্ন হয়। মূত্রের বর্ণ অত্যন্ত গাঢ় হইলে উহার সহিত সমভাগ জল মিশ্রিত করিয়া পরীক্ষা করিবে।

এসিটোন্ (Acetone)—বহুমূত্র রোগে সময়ে সময়ে মূত্র মধ্যে এই পদার্থের অস্তিত্ব দেখিতে পাওয়া যায়। অন্য কারণেও মূত্র মধ্যে এসিটোন্ থাকিতে পারে।

এসিটোনের স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

১। মূত্রের সহিত এমোনিয়ম্ সলফেট্ অধিক পরিমাণে মিশ্রিত করিয়া উহাতে কয়েক বিন্দু নাইট্রোপ্রুসাইড্ অফ্ সোডার দ্রাবণ যোগ করতঃ পরে এমোনিয়ার দ্রাবণ যোগ করিলে উহা লোহিতাভ বেগুণী বর্ণ ধারণ করে।

২। মূত্রের সহিত সদ্য-প্রস্তুত সোডিয়ম্ নাইট্রোপ্রুসাইডের দ্রাবণ যোগ করিতে হইবে; তৎপরে উহাতে কষ্টিক্ সোডার দ্রাবণ যোগ করিলে উহা গাঢ় রক্তবর্ণ ধারণ করে। পরে উহাতে এসিটিক্ এসিড্ যোগ করিলে উভয় দ্রাবণের সন্ধিস্থলে গাঢ় বেগুণীবর্ণ (Permanganate colour) উৎপন্ন হইবে।

৩। আইওডিন্ ও কষ্টিক্ সোডার সহিত উত্তপ্ত হইলে আইডোফর্ম্ উৎপন্ন হয়। (৩৯৬ পৃষ্ঠায় সুরাসারের পরীক্ষা দেখ।)

ডাই-এসিটিক্ এসিড্ (Diacetic acid)—অনেক সময়ে মূত্রে এসিটোন্ থাকিলে উহার সহিত ডাই-এসিটিক্ নামক পদার্থও বিদ্যমান থাকে। এরূপ মূত্রে ফেরিক্ ক্লোরাইডের দ্রাবণ যোগ করিলে মূত্র রক্তবর্ণ ধারণ করে।

যদি মূত্র অনেকক্ষণ উত্তাপ সংযোগে ফুটাইয়া পরে উহাতে ফেরিক্ ক্লোরাইডের দ্রাবণ যোগ করা যায়, তাহা হইলে উহা পূর্ব্ববৎ রক্তবর্ণ ধারণ করে না।

কাইল্ (Chyle)—কাইল্‌যুক্ত মূত্র দেখিতে দুগ্ধ বা মাংসের ক্বাথের ন্যায় এবং অস্বচ্ছ; অনেক সময়ে ইহা রক্ত মিশ্রিত থাকে বলিয়া রক্তবর্ণ বা গোলাপীবর্ণ দেখায়। যে রোগে এ প্রকার মূত্র পরিত্যক্ত হয়, তাহা কাইলিউরিয়া (Chyluria) নামে অভিহিত। কাইল্‌যুক্ত মূত্রে অধিক পরিমাণ এল্‌বুমিন্ থাকে, সুতরাং এল্‌বুমিনের সকল পরীক্ষাই এই মূত্রে প্রয়োগ করা হয়। এই কারণে মূত্র কখন কখন জমাট বাঁধিয়া যায়।

কাইলের স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

১। কাইল্-মিশ্রিত মূত্র একটী টেষ্ট্ টিউবে রাখিয়া তন্মধ্যে ঈথর্ যোগ করিয়া আলোড়ন করিলে মূত্র স্বচ্ছ ও পরিষ্কৃত হইয়া যায়।

ইউরিয়া (Urea)—সুস্থকায় ব্যক্তির মূত্রে শতকরা প্রায় ২২ ভাগ ইউরিয়া বিদ্যমান থাকে। নিরামিষ ভোজী অপেক্ষা আমিষভোজীদিগের মূত্রে ইহার পরিমাণ অধিক হয়, এজন্য এ দেশের নিরামিষাশী লোকের মূত্রে কখন কখন শতকরা ১ বা তদপেক্ষাও অল্প পরিমাণ ইউরিয়া থাকিতে দেখা যায়। নানাবিধ রোগে মূত্র মধ্যে ইউরিয়ার পরিমাণের হ্রাস বৃদ্ধি হইয়া থাকে। মূত্র বিকৃত হইলে ইহা কার্ব্বনেট্ অফ্ এমোনিয়াতে পরিণত হয়।

ইউরিয়ার স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

১। মূত্র উত্তাপ সংযোগে ঘন করিয়া উহাতে উগ্র নাইট্রিক্ এসিড্ যোগ করতঃ শীতল করিলে নাইট্রেট্ অফ্ ইউরিয়া প্রস্তুত হইয়া দানার আকারে পৃথক হয়। এই পদার্থের পরিমাণ দেখিয়া মূত্রের মধ্যে কত ইউরিয়া আছে, তাহা মোটামুটী নিরূপিত হইতে পারে।

২। একটী টেষ্ট্ টিউবে কিঞ্চিৎ ইউরিয়া রাখিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে এমোনিয়ার গন্ধ নির্গত হয়। যখন এমোনিয়ার গন্ধ আর বাহির হয় না, তখন টেষ্ট্ টিউব্ শীতল করিয়া উহাতে জল, কয়েক বিন্দু কপার্ সল্‌ফেটের দ্রাবণ এবং কষ্টিক্ সোডার দ্রাবণ যোগ করিলে দ্রাবণ বেগুনীবর্ণ ধারণ করে (Biuret reaction)।

ইউরিয়ার পরিমাণ সূক্ষ্মরূপে নিরূপণ করিতে হইলে ইউরিয়মিটার্ (Ureometer) নামক যন্ত্রবিশেষ মধ্যে সোডিয়ম্ হাইপো-ব্রোমাইটের দ্রাবণের সহিত নির্দ্দিষ্ট পরিমাণ মূত্র মিশ্রিত করিতে হয়। এরূপে যে নাইট্রো-

জেন গ্যাস্ উৎপন্ন হইয়া থাকে, তাহা উক্ত যন্ত্র মধ্যে সঞ্চিত হয়; নাইট্রোজেনের পরিমাণ দ্বারা ইউরিয়ার পরিমাণ নির্দ্ধারিত হইয়া থাকে। ব্রোমিনের সহিত কষ্টিক্ সোডার দ্রাবণ মিশ্রিত করিলে সোডিয়ম্ হাইপো-ব্রোমাইটের দ্রাবণ প্রস্তুত হয়।

মূত্রের অধঃস্থ পদার্থ (Sediment)—মূত্রে রক্ত, পূঁজ, অধিক পরিমাণ ইউরিক্ এসিড্, ইউরেট্, ফস্ফেট্, অক্‌জ্যালেট্, কাষ্ট্, এপিথিলিয়ম্, স্পার্মাটোজোয়া প্রভৃতি পদার্থ বিদ্যমান থাকিলে উক্ত মূত্রকে কিয়ৎকাল স্থিরভাবে রাখিলে এই সকল পদার্থ অধঃস্থ হইয়া পড়ে। অণুবীক্ষণ যন্ত্র সাহায্যে ইহারা পরীক্ষিত হইয়া থাকে। ৪৪৯-৪৫০ পৃষ্ঠায় এই সকল পদার্থের কয়েকটী চিত্র প্রদত্ত হইয়াছে।

দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ।

—:*:—

অশ্মন্ বা প্রস্তর (Urinary Calculus)

মূত্র-স্থিত কতকগুলি খনিজ বা অর্গানিক্ কঠিন পদার্থ মূত্র-গ্রন্থি (Kidney) বা মূত্রাশয় (Bladder) মধ্যে জমাট বাঁধিয়া প্রস্তর গঠিত হয়। সাধারণতঃ ইহাকে "অশ্মরী বা পাতরী রোগ" কহে। মূত্রের প্রতি-ক্রিয়া অত্যধিক ক্ষার বা অম্ল হইলে অথবা মূত্রে ফস্ফেট্, অকজ্যালেট্, ইউরিক্ এসিড্ প্রভৃতি কতকগুলি কঠিন পদার্থের পরিমাণ অধিক হইলে উহারা অধঃস্থ হইয়া পড়ে এবং স্তরে স্তরে জমাট বাঁধিয়া ক্ষুদ্র বালুকাকণা হইতে কমলা লেবুর ন্যায় বৃহদাকারের পিণ্ড প্রস্তুত করে। অধিকাংশ স্থলে রক্ত বা মিউকসের ক্ষুদ্র পিণ্ড অবলম্বন করিয়া প্রস্তরের সূত্রপাত হয়, পরে তদুপরি প্রস্তরের উপাদানগুলি স্তরে স্তরে পতিত হইয়া উহার আকারের বৃদ্ধি সাধন করে। বালুকাকণার ন্যায় ক্ষুদ্র প্রস্তরগুলিকে গ্র্যাভেল্ (Gravel) এবং বৃহদায়তনের প্রস্তর খণ্ডকে ক্যাল্-কিউল্যাস্ বা ষ্টোন্ (Calculus or Stone) কহে।

সাধারণতঃ প্রস্তরগুলি উপাদানভেদে তিন প্রকারের হইয়া থাকে, যথা—

১। ইউরিক্ এসিড্ ও ইউরেট্ প্রস্তর।

২। অকজ্যালেট্ অব্ লাইম্ প্রস্তর।

৩। ফস্ফেট্ প্রস্তর।

ইউরিক্ এসিড্ ও ইউরেট্ প্রস্তর—ইহা দেখিতে রক্তাভ ও ইহার উপরিভাগ প্রায় সমতল। এই প্রস্তর অপর দুই প্রকার প্রস্তর অপেক্ষা কঠিন।

স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

১। এই প্রস্তর দগ্ধ হইলে কৃষ্ণবর্ণ ধারণ করে এবং ইহার অধিকাংশ ভাগই উড়িয়া যায়, অত্যল্প মাত্র ভস্ম অবশিষ্ট রহে।

২। ইউরেট্ প্রস্তর চূর্ণ জলের সহিত মিশ্রিত করিয়া ফুটাইলে উক্ত জলে দ্রব হইয়া যায়; এই দ্রাবণ শীতল হইলে অথবা ইহাতে অল্প-মাত্রায় হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ যোগ করিলে শ্বেতবর্ণ ইউরিক এসিড্ অধঃস্থ হয়।

৩। একটী পোর্সিলেন্ পাত্রে ইউরিক্ এসিড্ প্রস্তর-চূর্ণকে উগ্র নাইট্রিক্ এসিডের সহিত মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগে শুষ্ক করিলে উহা পাটলবর্ণ ধারণ করে; শীতল হইলে উহাতে এমোনিয়ার দ্রাবণ যোগ করিলে উহা বেগুণীবর্ণ হইয়া যায়।

২। **অক্জ্যালেট্ অব্ লাইম্ প্রস্তর**—ইহা দেখিতে পাটল বা কৃষ্ণাভ-ধূসরবর্ণ; ইহার উপরিভাগ অসমতল, তুঁত ফলের গাত্রের ন্যায় বন্ধুর, এজন্য ইহাকে মল্বেরি ক্যাল্কিউলাস্ (Mulberry calculus) বলিয়া থাকে।

স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

১। এই প্রস্তর দগ্ধ হইলে কৃষ্ণবর্ণ হইয়া উহার কিয়দংশ মাত্র উড়িয়া যায়; দগ্ধাবশিষ্ট পদার্থ ক্ষার প্রতি-ক্রিয়া সম্পন্ন হয়।

২। অক্জ্যালেট্ অব্ লাইম্ প্রস্তরের চূর্ণকে জল-মিশ্রিত হাইড্রোক্লোরিক্ এসিডের সহিত একত্রিত করিয়া ফুটাইলে উহা দ্রব হইয়া যায়; এই দ্রাবণে অধিক পরিমাণে এমোনিয়া যোগ করিলে যে শ্বেতবর্ণ পদার্থ অধঃস্থ হয়, তাহা এসিটিক্ এসিডে অদ্রবণীয় (ফস্ফেটের সহিত প্রভেদ)।

৩। **ফস্ফেট্ প্রস্তর**—এই প্রস্তর শ্বেতবর্ণ ও ভঙ্গ-প্রবণ, ইহার উপরিভাগ সমতল।

ইহা সচরাচর তিন প্রকারের দেখিতে পাওয়া যায়। প্রথমটী ফস্ফেট্ অফ্ লাইম্; দ্বিতীয়টী ট্রিপল্ ফস্ফেট্ এবং তৃতীয়টী ফস্ফেট্ অফ্ লাইম্ ও ম্যাগ্নেসিয়া দ্বারা নির্ম্মিত। শেষোক্ত প্রস্তরটী উত্তাপ সংযোগে দ্রবীভূত হয় বলিয়া ইহা দ্রবণীয় প্রস্তর (Fusible calculus) নামে অভিহিত।

স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

১। এই প্রস্তর পোড়াইলে উহার পরিমাণের যৎসামান্য হ্রাস হয় মাত্র।

২। হাইড্রোক্লোরিক্ এসিডে এই প্রস্তর দ্রব হয়; এই দ্রাবণে অধিক পরিমাণে এমোনিয়া যোগ করিলে যে শ্বেতবর্ণ পদার্থ অধঃস্থ হয়, তাহা এসিটিক্ এসিড্ সংযোগে দ্রব হইয়া যায় (অক্জ্যালেট্ অফ্ লাইম্ প্রস্তরের সহিত প্রভেদ)।

মিশ্র-প্রস্তর—যে সকল প্রস্তর উপরোক্ত দুই বা তিনটী উপাদানের সম্মিলনে উৎপন্ন, তাহাদিগকে মিশ্র-প্রস্তর (Mixed calculus) কহে। সচরাচর অক্জ্যালেট্ অফ্ লাইম্ প্রস্তরের সহিত ফস্ফেট্ অফ্ লাইম্ এবং ইউরেট্ প্রস্তরের সহিত ইউরিক্ এসিড্ মিশ্রিত থাকিতে দেখা যায়। এই

সকল প্রস্তরের স্বরূপ নিরূপণ করিতে হইলে উহাদিগের ভিন্ন ভিন্ন উপাদান-গুলি পৃথকভাবে পূর্ব্বনির্দ্দিষ্ট প্রণালী অনুসারে পরীক্ষিত হইয়া থাকে।

মিশ্র-প্রস্তরের স্বরূপ নিরূপণ (Tests)।

প্রস্তর খণ্ড চূর্ণ করিয়া চোলাই করা জলে ফুটাইবে; পরে উহাকে ছাঁকিয়া ছাঁকিত দ্রাবণে হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ যোগ করিলে যদি ঘোলা হইয়া যায়, তাহা হইলে উক্ত মিশ্র-প্রস্তর মধ্যে ইউরেট্ আছে জানিতে পারা যায়।

যে অংশ ফুটন্ত জলে দ্রব হয় নাই, তাহার সহিত জল-মিশ্রিত হাইড্রোক্লোরিক্ এসিড্ যোগ করিয়া ফুটাইবে। যদি উহা সম্পূর্ণ দ্রব না হয়, তাহা হইলে উহাকে ছাঁকিয়া ছাঁকিত দ্রাবণে অধিক পরিমাণে এমোনিয়ার দ্রাবণ যোগ করিলে যদি শ্বেতবর্ণ পদার্থ অধঃস্থ হয়, তাহা হইলে উক্ত প্রস্তরে ফস্ফেট্ বা অক্‌জ্যালেট্ অথবা এই দুইটী পদার্থ একত্রে আছে বুঝিতে হইবে। এক্ষণে এই অধঃস্থ পদার্থে অধিক পরিমাণ এসিটিক্ এসিড্ যোগ করিলে যদি উহা সম্পূর্ণরূপে দ্রব হইয়া যায়, তাহা হইলে উহাতে কেবল ফস্ফেট্ আছে ইহা জানা যায়। আর যদি একেবারেই দ্রব না হয়, তাহা হইলে উহাতে অক্‌জ্যালেট্ আছে বুঝিতে হইবে। পুনশ্চ এসিটিক্ এসিড্ সংযোগে যদি উহার কিয়দংশ দ্রব হয়, তাহা হইলে উহাকে ছাঁকিয়া ছাঁকিত দ্রাবণে পুনর্ব্বার এমোনিয়া যোগ করিলে যদি শ্বেতবর্ণ পদার্থ অধঃস্থ হয়, তাহা হইলে উক্ত প্রস্তরে ফস্ফেট্ ও অক্‌জ্যালেট্ উভয় পদার্থই আছে বুঝিতে হইবে।

মিশ্র-প্রস্তরের যে অংশ জল-মিশ্রিত হাইড্রোক্লোরিক্ এসিডে দ্রব হয় নাই, তাহা একখানি শ্বেতবর্ণ পোর্সিলেন্ পাত্রের উপর রাখিয়া উগ্র নাইট্রিক্ এসিড্ যোগ করতঃ উত্তাপ প্রয়োগে শুষ্ক করিলে উহা পাটলবর্ণ ধারণ করিবে। পরে উহা শীতল হইলে এমোনিয়ার দ্রাবণ সংযোগে যদি বেগুণীবর্ণ ধারণ করে, তবে মিশ্র-প্রস্তরে ইউরিক্ এসিড্ আছে জানিবে।

পরিশিষ্ট।

পুস্তকমধ্যে ব্যবহৃত রাসায়নিক পরিভাষা।

—o—

A.

Absolute Alcohol—নির্জ্জল সুরা।
Absorption—শোষণ।
Acid-forming—দ্রাবকোৎপাদক।
Acids—দ্রাবক।
Acid salt—অপূর্ণ বা হাইড্রোজেনযুক্ত লবণ।
Active principle—উগ্র-বীর্য্য পদার্থ।
Acute—তরুণ।
Affinity—রাসায়নিক আকর্ষণ-শক্তি।
Air-pump—বায়ু-নিষ্কাশন যন্ত্র।
Alcohol—নির্জ্জল সুরা।
Alkali—ক্ষার-পদার্থ।
Alkaline—ক্ষার-ধর্ম্ম-সম্পন্ন।
Alloy—মিশ্র ধাতু।
Alum—ফট্‌কিরি।
Amalgam—পারদ-মিশ্রণ।
Amorphous—দানা বিহীন।
Annealing—কাচ-শীতল-করণ প্রক্রিয়া।
Antimony sulphide—সুর্ম্মা।
Antiseptic—পচন-নিবারক।
Aqeuous vapour—জল-বাষ্প।
Ardent spirit—উগ্র-সুরা।
Arsenious oxide or White arsenic—সেঁকো।
Arsenic di-sulphide—মনঃশিলা।
Arsenic tri-sulphide—হরিতাল।
Atmosphere—বায়ু-মণ্ডল।
Atmospheric pressure—বায়ু-চাপ।
Atoms—পরমাণু।
Atomic Theory—পরমাণু-বাদ।
Atomic weignt—পারমাণবিক গুরুত্ব।
Axis—অক্ষরেখা।

B.

Bacillus—বীজাণু।
Bacteriological—বীজাণু সম্পর্কীয়।
Barometer—বায়ুমান।
Basic Salt—অক্সাইড-মিশ্রিত লবণ।
Battery—তড়িত-কোষাবলী।
Bead—বর্ত্তুল।
Bell-metal—কাংসবিশেষ।
Bladder—মূত্রাশয়।
Bleaching—উদ্ভিজ্জবর্ণ নাশ।
Boiling point—স্ফুটনাঙ্ক।
Bone black—অস্থি-অঙ্গার, জান্তব-অঙ্গার।
Borax—সোহাগা।
Bound—আবদ্ধ।
Bright's disease—মূত্র-গ্রন্থি-প্রদাহ।
Bulb—কন্দ।
Burning mirror—দাহক দর্পণ।

C.

Capillary attraction—কৈশিক আকর্ষণ।
Carbon—অঙ্গার।
Cell—তড়িৎ-কোষ।
Centre of curvature—গোলত্বকেন্দ্র।
Charged—তড়িৎ-যুক্ত।
Chemical change—রাসায়নিক পরিবর্ত্তন।
Chemical combination—রাসায়নিক মিলন।
Chloride of Ammonium—নিসাদল।
Chromatic aberration—বর্ণ-ঘটিত দোষ।
Cinnaber—হিঙ্গুল।
Clinical thermometer—দেহ-তাপ-পরিচায়ক তাপমান।
Coil—কুণ্ডল।
Combining number—সাংযোগিকসংখ্যা।
Combustion—দহন।
Combustible—দাহ্য।
Compounds—যৌগিক পদার্থ।
Concave—নিম্নগর্ভ।
Concentrated—উগ্র।

Condenser—ঘনীভূত করিবার যন্ত্র।
Conduction—পরিচালন।
Conductors of heat—তাপ-পরিচালক।
Conjugate focus—সহযোগী রশ্মি-কেন্দ্র।
Continuous current—অবিরাম তড়িৎ-প্রবাহ।
Convergent—একমুখী।
Convex—স্ফীত-পৃষ্ঠ।
Coral—প্রবাল।
Couple—জোড়, তড়িৎ-কোষ।
Crucible—মূষা, মুচী।
Crust of the earth—ভূ-স্তর।
Cubical expansion—পদার্থের আয়তনের প্রসারণ।
Curved—বক্রপৃষ্ঠ।
Curvature—বক্রতা।

D.

Decimal—দশমিক।
Decomposition—বিশ্লেষণ।
Definition—সংজ্ঞা।
Deflection—চুম্বক-শলাকার দিক-পরিবর্ত্তন।
Degree—তাপাংশ।
Density—ঘনত্ব।
Dew—শিশির।
Dextrine—বিলাতী গঁদ।
Diabetes—বহুমূত্র, মধুমেহ।
Diameter—ব্যাস।
Diffused—বিক্ষিপ্ত।
Discharge (Electric)—তড়িৎ-স্রাব।
Disinfectant—সংক্রামকতা-নাশক।
Dissolved solids—দ্রবীভূত কঠিন পদার্থ।
Distillation—চোলাই করণ।
Distilled—চোলাই করা বা চোয়ান।
Divergent—বহুমুখী।
Double convex—দ্বি-স্ফীত পৃষ্ঠ।
Dumb-bell—ডমরু আকারের।

E.

Ebonite—কাচকড়া।
Electricity—তড়িৎ।
Electricity by conduction—পরিচালিত তড়িত।
Electricity by induction—প্রবর্ত্তিত তড়িত।
Electric condenser—তড়িৎ-সান্দ্রীকরণ যন্ত্র।
Electric fluid—তড়িৎ-দ্রব।
Electrolysis—তড়িৎ দ্বারা যৌগিক পদার্থের বিশ্লেষণ।
Eleetro.magnet—তড়িৎ-চুম্বক।
Electroscope—তড়িৎ-নির্দ্দেশক যন্ত্র।
Element—মূল পদার্থ।
Emission—নির্গমন।
Energy—শক্তি।
Equation—সমীকরণ।
Essential oil—উদ্বেয় তৈল।
Expansion—প্রসারণ।
Explosion—স্ফোটন।
Explosive—স্ফোটনশীল, স্ফোট-প্রবণ।

F.

Fatty acid—বসা দ্রাবক।
Fermentation—গাঁজন, উৎসেচন।
Film—সর।
Filtration—ছাঁকন।
Flowers of sulphur—আমলাসা গন্ধক।
Focus—রশ্মি-কেন্দ্র।
Free—মুক্ত।
Freezing point—হিমাঙ্ক।
Friction—ঘর্ষণ।
Frictional Electricity—ঘর্ষণোৎপন্ন তড়িৎ।
Fructose—ফল-শর্করা।
Fusion—দ্রবণ।

G.

Galvanised—দস্তার কলাই করা।
Galvanometer—তড়িৎ-মানযন্ত্র।
Gas—বায়বীয় পদার্থ।
Gelatinous—আঠাবৎ।
Glaze—মসৃণ আবরণ।
Globules—বর্ত্তুল।

Graduations—সমানাংশে বিভক্ত মাপ-চিহ্ন।
Grape-sugar—দ্রাক্ষা-শর্করা।
Graphite—কৃষ্ণ সীস্।
Gravel—বালুকার ন্যায় ক্ষুদ্র মূত্র-প্রস্তর।
Group—শ্রেণী।

H.

Hail—করকা, শিলা।
Heat—তাপ।
Heat-rays—তাপ-রশ্মি।
Hoar-frost—হিমানী।
Horizontally—শায়িতভাবে।
Hypermetropia (Long sight)—দীর্ঘ-দৃষ্টি-দোষ।

I.

Image—প্রতিবিম্ব।
Incident ray—আপতিত তাপরশ্মি।
Incrustation—কঠিন আবরণ।
Indestructibility of matter—পদার্থের অবিনশ্বরত্ব।
Index—নির্দ্দেশক।
Induced current—প্রবর্ত্তিত তড়িৎ-প্রবাহ।
Induction—তড়িৎ-প্রবর্ত্তন।
Inorganic acid—খনিজ দ্রাবক।
Instantaneous discharge—দ্রুত তড়িৎ-স্রাব।
Insulator—অপরিচালক পদার্থ।
Intermolecular space—আণবিক ব্যবধান।
Internal application—আভ্যন্তরিক প্রয়োগ।
Interrupted current—সবিরাম তড়িৎ-প্রবাহ।
Inverted—বিপর্য্যস্ত।
Iron filings—লৌহচূর।

K.

Kaleidoscope—বহুরূপবীক্ষণ।

L.

Lactose—দুগ্ধ-শর্করা।
Lamp black—ভূষা।
Latent heat—প্রচ্ছন্ন-তাপ।
Laughing gas—হাস্যোৎপাদক গ্যাস।
Lens—আতসী কাচ।
Light-house—আলোক-স্তম্ভ।
Lightning conductor—বিদ্যুৎ-পরিচালক দণ্ড।
Linear expansion—দৈর্ঘিক প্রসারণ।
Liquids—তরল পদার্থ।
Load-stone—চুম্বক।
Luminiferous—আলোকময়।
Lustrous—ধাতব ঔজ্জ্বল্য-সম্পন্ন।

M.

Magnet—চুম্বক।
Magnetic needle—চুম্বক-শলাকা।
Maltose—যব শর্করা।
Mechanical mixture—মিশ্র-পদার্থ।
Melting point—দ্রবণাঙ্ক।
Mercury—পারদ।
Metals—ধাতু।
Microscope—অণুবীক্ষণ।
Mineral acids—খনিজ দ্রাবক।
Mirror—দর্পণ।
Mixed calculus—মিশ্র-প্রস্তর।
Molecular weight—আণবিক গুরুত্ব।
Molecules—অণু সমষ্টি।
Mucous membrane—শ্লৈষ্মিক ঝিল্লি।
Multiple—গুণিতক।
Myopia (short sight)—হ্রস্ব-দৃষ্টি-দোষ।

N.

Nascent state—জায়মান অবস্থা।
Negative electricity—বিয়োগ তড়িৎ।

Negative plate—বিয়োগক-লক।
Negative pole—বিয়োগ-প্রান্ত।
Neutral—নক্ষারাম্ল।
Neutral state—নিষ্ক্রিয় অবস্থা।
Noble metals—রাজধাতু, শ্রেষ্ঠ ধাতু।
Non-metals—অধাতু মূল পদার্থ।
Normal atmospheric pressure—সহজ বায়ু-চাপ।
Normal salt—পূর্ণ লবণ।

O.

Octahedral—অষ্ট কোণবিশিষ্ট।
Opaque—অস্বচ্ছ।
Optics—আলোক-বিজ্ঞান।
Orpiment—হরিতাল।
Oxidation—অক্সিজেন্-সংযোগ।
Oxidising flame—অক্সিজেন্প্রদায়ক শিখা।

P.

Parallel—সমান্তরাল।
Pathogenic—রোগোৎপাদক।
Pencil of Light—রশ্মি-গুচ্ছ।
Penumbra—উপচ্ছায়া।
Percolation—জলসরানি।
Percussion—ঘাত।
Perpendicular—লম্ব রেখা।
Photometer—আলোকমান।
Physics—পদার্থ-বিজ্ঞান।
Physical change—ভৌতিক পরিবর্ত্তন।
Physical Force—ভৌতিক শক্তি।
Piie—স্তূপ।
Plane—সমতল।
Plastic—নমনীয়।
Plated—মণ্ডিত।
Pointed—সূচ্যগ্র-বিশিষ্ট।
Poppy capsule—পোস্ত ঢেঁড়ি।
Porcelain clay—চীনা মাটী।
Positive electricity—সংযোগ-তড়িৎ।
Positive plate—সংযোগ-ফলক।
Positive pole—সংযোগ-প্রান্ত।
Presbyopia—দীর্ঘ-দৃষ্টি-দোষ।
Pressure—চাপ।
Primary—আদি বা মুখ্য।
Primitive colours—মূলবর্ণ।
Prism—ত্রিকোণ কাচ।
Properties—ধর্ম্ম।
Pupils—কনীনিকা।
Putrefaction—পচন।

Q.

Quick lime—পাতুরে বা বাখারি চুণ।

R.

Radiation—তাপবিকীরণ।
Re-action—প্রতিক্রিয়া।
Reagent—পরিচায়ক।
Real—প্রকৃত, বাস্তব।
Realgar—মনঃশিলা।
Rectified spirit—শোধিত সুরা।
Red corpuscles—লোহিত রক্তকণিকা।
Red lead—মেটে সিন্দুর।
Reducing flame—অক্সিজেন্-গ্রাহক শিখা।
Reduction—লঘূকরণ।
Reflection—প্রতিফলন।
Refraction—পরাবর্ত্তন।
Regular—নিয়মিত।
Repulsion—বিপ্রকর্ষণ।
Resistance—তড়িতের গতিরোধ।
Respiration—শ্বাসক্রিয়া।

S.

Saccharose—ইক্ষুশর্করা।
Saltpetre—সোরা।
Scales (Balance)—তুলাদণ্ড।
Secondary—প্রবর্ত্তিত বা গৌণ।
Sediment—অধঃস্থ পদার্থ।
Semi-conductor—মধ্য পরিচালক।
Sensible heat—প্রকাশ্য তাপ।
shock—সংক্ষোভ।

Slaked lime—কলি চুণ।
Slides—কাচ খণ্ড।
Slit—লম্বমান ছিদ্র।
Slow combustion—মৃদু দহন-ক্রিয়া।
Slow discharge—ধীর তড়িৎ স্রাব।
Smoky—ধূম্রবর্ণ।
Snow—তুষার।
Solid—কঠিন পদার্থ।
Sources—উৎপত্তি-স্থল।
asm—আক্ষেপ।
Specific gravity—আপেক্ষিক গুরুত্ব।
Spectroscope—বর্ণমালা বীক্ষণ।
Spectrum—বর্ণমালা।
Stand—আধার।
Standard—আদর্শ।
Starch—শ্বেত-সার।
Steam—ফুটন্ত জলের বাষ্প।
Stellar space—আকাশ মণ্ডল।
Stomach—আমাশয়।
Straight line—সরল রেখা।
Sugar of lead—সীস-শর্করা।
Sulphate of iron—হীরাকশ।
Sulphur—গন্ধক।
Super-heated—অত্যধিক উষ্ণ।
Supporter of combustion—দাহক।
Surface—উপরিতল।
Suspended matter—ভাসমান পদার্থ।
Symbols, Formula—সাঙ্কেতিক চিহ্ন।

T.

Telescope—দূরবীক্ষণ।
Temperature—তাপ-মাত্রা।
Tests—পরীক্ষা; স্বরূপ-নিরূপণ।
Test-tube—পরীক্ষা-নল।
Theory of Emission—নিক্রমবাদ।
Theory of Undulation—তরঙ্গবাদ।
Thermometer—তাপমান।
Tin—রঙ্গ, রাং।
Translucent নাতিস্বচ্ছ।
Transparent—স্বচ্ছ।

U.

Umbra—ঘনছায়া (ছায়ার কৃষ্ণবর্ণ মধ্যাংশ)।
Unit—একক।
Urinary Calculus—অশ্মন্ বা মূত্র-প্রস্তর।
Urinometer—মূত্র-মান।

V.

Vacuum—শূন্যস্থান।
Valency(Atomicity)—পরমাণুর ধৃতিশক্তি
Vegetable alkaloids—উদ্ভিজ্জ উপক্ষার।
Velocity—বেগ।
Ventilation—বায়ু-সঞ্চালন।
Vermilion—চীনের সিন্দুর।
Vibration—কম্পন।
Vinous fermentation—সুরোৎসেচন।
Virtual image—প্রতীয়মান প্রতিবিম্ব।
Volatile—উদ্বেয়।
Volume—ঘনায়তন।

W.

Water-bath—স্বেদ-যন্ত্র।
Weights—ওজনের বাটখারা।
Welding—দুইখণ্ড উত্তপ্ত লৌহকে জোড়া।
Wine—আসব।

Zinc—দস্তা।
Zone—অংশ।

সমাপ্ত